



**Työterveyslaitos** | Arbetshälsöinstitutet  
Finnish Institute of Occupational Health

# **Monitilatoimistojen sisäympäristö, käytettävyys ja tilan käyttäjien hyvinvointi (MOSI)**

TUTKIMUSHANKKEEN LOPPURAPORTTI

**Marjaana Lahtinen  
Sanna Lappalainen  
Matti Leikas  
Virpi Ruohomäki  
Markku Sainio  
Kari Salmi  
Pia Sirola  
Jari Stengård  
Katja Tähtinen  
Sirpa Laitinen  
Jouko Remes  
Johanna Vendelin  
Sari Tillander  
Taina Pääkkönen**





**Työterveyslaitos** | Arbetshälsöinstitutet  
Finnish Institute of Occupational Health

# **Monitilatoimistojen sisäympäristö, käytettävyys ja tilan käyttäjien hyvinvointi (MOSI)**

TUTKIMUSHANKKEEN LOPPURAPORTTI

Marjaana Lahtinen, Sanna Lappalainen, Matti Leikas, Virpi Ruohomäki,  
Markku Sainio, Kari Salmi, Pia Sirola, Jari Stengård, Katja Tähtinen,  
Sirpa Laitinen, Jouko Remes, Johanna Vendelin, Sari Tillander,  
Taina Pääkkönen

Työterveyslaitos  
Helsinki

Työterveyslaitos

Työtilat

PL 40

00251 Helsinki

[www.ttl.fi](http://www.ttl.fi)

Toimitus: Taina Pääkkönen, Pia Sirola, Marjaana Lahtinen, Sanna Lappalainen

© 2016 Työterveyslaitos ja kirjoittajat

Julkaisu on toteutettu Työsuojelurahaston tuella.

Tämän teoksen osittainenkin kopiointi on tekijänoikeuslain (404/61, siihen myöhemmin tehtyine muutoksineen) mukaisesti kielletty ilman asianmukaista lupaa.

ISBN 978-952-261-597-8 (nid.)

ISBN 978-952-261-598-5 (PDF)

Juvenes Print Oy, Tampere, 2016



## TIIVISTELMÄ

Monitilatoimistot yleistyvät julkisella ja yksityisellä sektorilla. Monitilatoimistojen sisäympäristö, käytettävyys ja tilan käyttäjien hyvinvointi (MOSI) -hankkeessa tutkittiin monitilatoimistojen sisäympäristöä ja työntekijöiden hyvinvointia sekä kehitettiin menetelmiä hyvinvoinnin arvioimiseksi. Tutkimushankkeen tavoitteena oli tutkia monitilaratkaisujen ja tekstiilimaton vaikutusta sisäilmastoon, arvioida toteutettuja monitilaratkaisuja käytettävyyden, työn sisällön sekä terveyden ja hyvinvoinnin näkökulmista. Hankkeessa testattiin myös uudempiä hyvinvoinnin ja työympäristön arviointimenetelmiä: työntekijöiltä mitattiin mahdollista tulehdustilaa osoittavia välittäjäaineita sekä työympäristö- ja hyvinvointikyselyyn lisättiin ympäristöherkkyttä tunnistava osio.

Tutkimushanke toteutettiin kuudessa Helsingin yliopiston rakennuksessa. Tiloissa tehdään tutkimus-, opetus-, asiantuntija-, asiakaspalvelu ja hallintotyötä. Työympäristökehittämisen lähtökohtina yliopistossa olivat kustannussäästöt sekä muuttuvaan työhön ja uudenlaisiin työn tekemisen tapoihin vastaaminen. Kustannussäästöjä tavoiteltiin siirtymällä vuokratiloista omiin kiinteistöihin ja tehostamalla tilatehokkuutta uusilla monitilaratkaisuilla valtion toimitilastrategian (Valtionvarainministeriön periaatepäätös 18.12.2014) suuntaviivojen mukaisesti. Monitilaratkaisujen uskottiin parantavan myös tilojen muuntojoustavuutta, jota tarvitaan tutkijoiden määrän ja sen myötä myös tilatarpeiden vaihdellessa. Tilatehokkuuden kasvattamisen lisäksi tavoitteena oli vahvistaa yhteisöllisyyttä ja lisätä yhteistyötä eri yksiköiden ja yksilöiden välillä sekä parantaa viihtyisyyttä.

Mitatut epäpuhtauspitoisuudet sekä monitila- että perinteisissä huonetoimistoissa olivat nykytietämyksen mukaan alle pitoisuustasojen, joista voisi aiheutua tilan käyttäjille terveyshaittaa. Monitilatoimistoissa ja tiloissa, joissa oli tekstiilimatto, mitatut epäpuhtausastot olivat pääsääntöisesti vähän korkeampia verrattuna perinteisiin huonetoimistoihin ja tiloihin, joissa oli linoleum-matto. Tiloissa, joissa oli useampi kuin yksi työpiste, havaittiin korkeampia kissa- ja koira-allergeeni-, bakteeri- ja endotoksiinipitoisuuksia sisäilmastossa. Fysikaalisissa olosuhteissa ei havaittu merkittäviä eroja monitila- ja huonetoimiston välillä. Kohdetiloissa ei havaittu rakennusteknisissä katselmuksissa merkittäviä sisäilman epäpuhtauslähteitä. Kohderakennuksissa (sekä monitilatoimisto- että huonetoimistoratkaisuissa) havaittiin kuitenkin mm. rakennusaikakaudelle tyypillisiä riskirakenteita, joilla voi olla vaikutuksia sisäilman laatuun.

Työympäristö- ja hyvinvointikysely osoitti, että yliopiston henkilöstö oli pääosin tyytyväinen työympäristöönsä. Monitilatoimistoon siirtymisen koettiin parantaneen yhteisöllisyyttä ja vuorovaikutusta sekä lisänneen viihtyisyyttä ja tilatehokkuutta. Työ-



rauhan arvioitiin heikentyneen. Toteutetut tilaratkaisut tukivat parhaiten hallinto-, asiantuntija- ja asiakaspalvelutyötä, joissa korostui koordinointi sekä jatkuva vuorovaikutus. Opetus- ja tutkimustyössä, jossa korostui ideointi sekä täydellistä keskittymistä vaativat jaksot, monitilaratkaisu ei tukenut työn vuorovaikutus- ja yhteistyötarpeita yhtä hyvin kuin muissa tutkituissa tehtävissä. Monitilatoimistojen suunnittelussa tulee huomioida eri henkilöstöryhmien työn vaatimukset ja varmistaa työrauhaa tukevat tilaratkaisut.

Tilojen käyttäjien raportoimat työympäristöön liittyvät haitat ja oireet olivat pääsääntöisesti vähäisempiä kuin vertailuaineistossa. Perinteisissä huonetoimistoissa tunkkaista, huonoa ja kuivaa ilmaa sekä riittämätöntä ilmanvaihtoa koettiin jonkin verran enemmän kuin monitilatoimistoissa. Monitilatoimistoissa puolestaan raportoitiin enemmän alhaisesta lämpötilasta, vedosta, melusta, heikosta valaistuksesta ja liasta ja pölystä.

Keskittymisvaikeuksia (molemmissa toimistotyypeissä), pään raskautta (perinteiset huonetoimistot) ja lihaskipuja ja muita oireita (monitilatoimistot) raportoitiin tutkimusaineistossa enemmän kuin verrokkiaineistossa. Perinteisissä huonetoimistoissa keskittymisvaikeutta raportoitiin hieman vähemmän kuin monitilatoimistoissa.

Osa ilmoitti reagoivansa tavanomaista voimakkaammin erilaisille ympäristötekijöille. He raportoivat herkemmin myös työympäristöön liittyviä oireita (nenän, silmien ja kurkun oireita) sekä kokivat työtilaan liittyvien sisäilmasto-ongelmien haittaavan työstä suoriutumista. Ympäristöherkkyyden tunnistaminen osana sisäilmastokyselyn taustaselvitystä toi lisätietoa oireiden merkityksen arviointiin.

Verikokeisiin osallistui vain pieni osa työntekijöistä. Näytteistä tutkitut tulehdustilamarkkerit (=sytokiini -välittäjäaineita) olivat normaalirajoissa, eivätkä ne olleet yhteydessä työntekijän koettuun oireiluun. Perinteisissä huonetoimistoissa ja monitilatoimistoissa työskentelevien välillä ei havaittu eroja.

Tutkimuksen suoritti Työterveyslaitos (1.8.2014-31.12.2016) yhteistyössä Helsingin yliopiston kanssa yliopiston tiloissa ja tutkittavina henkilöinä olivat yliopiston työntekijät. Hanketta rahoittivat Työsuojelurahasto (TSR), Työterveyslaitos (TTL) ja Helsingin yliopisto (HY).

## SUMMARY

Multispace offices are becoming increasingly common in the public and private sectors. The Indoor Environment, Usability and Well-being of Users of Multispace Offices project (MOSI) studied the indoor environment of multispace offices and employee well-being, and developed methods for assessing well-being. The objective of the research project was to investigate the effect of multispace offices and textile carpets on the indoor climate as well as assess the implemented multispace office solutions from the perspectives of usability, the content of work, health and well-being. The project also tested new methods for assessing well-being and work environments: employees were tested for levels of transmitters associated with inflammatory conditions, and a section focused on identifying environmental sensitivities was included in the Work Environment and Well-being Survey.

The research project was conducted in six University of Helsinki buildings. The premises are used for research, teaching, expert work, customer service and administrative functions. The university's starting point in the development of the work environment was to seek cost savings while responding to changes in the nature of work and new working methods. Cost savings were pursued by moving from leased premises to university-owned buildings and by using new multispace office solutions to increase the efficiency of space utilization in accordance with the guidelines set out in the strategy concerning state premises (Ministry of Finance resolution, 18 December 2014). Multispace offices were also believed to increase the flexibility and adaptability of premises, which is necessitated by the changing number of researchers and the resulting changes in spatial requirements. In addition to increasing the efficiency of space utilization, further goals included strengthening the sense of community, increasing co-operation between units and individuals, and improving comfort.

The measured levels of impurities in both multispace offices and traditional offices were, according to current knowledge, under the concentrations that could have negative effects on users' health. In multispace offices and premises with textile carpets, the measured levels of impurities were mostly somewhat higher than in traditional offices and premises with linoleum flooring. Premises with more than one work station were observed to have higher concentrations of cat and dog allergens, bacteria and endotoxins in the indoor climate. No significant differences were observed in physical conditions between multispace offices and traditional offices. Technical building surveys did not indicate significant sources of indoor air impurities in the target premises. Nevertheless, the target buildings (both multispace offices and traditional offices) were observed to have structures involving risks, typical of the era they were built in, that may affect indoor air quality.

The Work Environment and Well-being Survey indicated that the university's personnel are, for the most part, satisfied with their work environment. The shift to a multi-

space office was perceived to have improved the sense of community and enhanced interaction while also increasing comfort and the efficiency of space utilization. Peace of work was estimated as having been negatively affected. The implemented spatial solutions best supported administrative, expert and customer service work, which highlighted the role of co-ordination and continuous interaction. In teaching and research work, in which the creation of new ideas as well as periods requiring complete concentration were highlighted, the multispace office did not support the interaction and co-operation requirements associated with work as well as in the other types of work that were studied. The design of multispace offices should take into account the requirements involved in the work of different personnel groups and ensure that the spatial solutions support peace of work.

The negative effects and symptoms related to the work environment, as reported by the users of the premises, were mostly minor compared to the reference data. The degree to which stuffy, bad and dry air and insufficient ventilation were reported was slightly higher in traditional offices compared to multispace offices. Negative aspects that were reported more frequently by the users of multispace offices than traditional offices included low temperatures, draught, noise, poor lighting, dirt and dust.

Concentration difficulties (in both types of offices), heavy head feelings (traditional offices), muscle pains and other symptoms (multi-space offices) were reported in the research data at a higher frequency than in the reference data. The users of traditional offices reported concentration difficulties to a slightly lesser extent than the users of multispace offices.

Some respondents indicated they have a heightened sensitivity to various environmental factors. They were also more likely to report symptoms related to the work environment (nose, eye and throat symptoms) and felt that indoor climate problems associated with the workspace hindered their work performance. Identifying environmental sensitivities as part of the background section of the indoor climate survey provided additional data for assessing the significance of symptoms.

Only a small proportion of the employees participated in blood tests. The samples showed inflammation markers (cytokines) within normal limits and the markers did not correlate with employees' perceptions of their symptoms. No differences were observed in this regard between those who work in traditional offices and those who work in multispace offices.

The study was carried out by the Finnish Institute of Occupational Health (1 August 2014–31 December 2016) in co-operation with the University of Helsinki at the university's premises, with the university's employees as the research subjects. The project was funded by Finnish Work Environment Fund, the Finnish Institute of Occupational Health and the University of Helsinki.

## ALKUSANAT

Yhteiskunnalliset säädökset ja sopimukset edellyttävät energian säästöön tähtääviä toimenpiteitä ja organisaatiot tavoittelevat kustannussäästöjä kiinteistökuluissa. Energia- ja tilatehokkuus ovat keskeisiä tavoitteita korjaushankkeissa ja uudisrakentamisessa. Monitilatoimistoja on esitetty yhdeksi ratkaisuksi pyrittäessä tila- ja energiatehokkuuteen sekä tavoiteltaessa yhteistyötä korostavaa työkuultuuria. On tärkeää, että uusista monitilaratkaisuista kehittyy työympäristöjä, jotka ovat terveellisiä ja turvallisia, tukevat työprosesseja ja työssä jaksamista sekä edistävät yhteiskunnallisesti merkittävää työurien jatkamisen tavoitetta. Tasapainoinen kestävä kehitys edellyttää ekologisen ja taloudellisen näkökulman ohella myös inhimillisen ja sosiaalisen kestävyuden huomioimista.

Tilatehokkuuden kasvattamisen ja uudenlaisten tilaratkaisujen vaikutuksista sisäilmaston laatuun tulee tuottaa tutkimukseen perustuvaa tietoa, jotta voidaan välttää mahdollisten sisäilmahaittojen syntyminen ja osataan tehdä oikeita ratkaisuja esimerkiksi tiloihin, joissa tavoitellaan hyvin alhaisia sisäilman epäpuhtauksien määriä.

Työterveyslaitoksen tutkijat kiittävät Työsuojelurahastoa ja Helsingin yliopistoa hankkeen taloudellisesta tuesta. Hankkeen aikana työskenteli ohjausryhmä, johon osallistuneita tutkimusasiantuntija Anne-Marie Kurkaa, työsuojelupäällikkö Pirjo Kekäläistä, tilajohtaja Pirjo Rantaa, kiinteistöjohtaja Teppo Salmikiveä ja työsuojeluvaltuutettu Timo Valtosta tutkijat kiittävät aktiivisesta työskentelystä. Lisäksi kiitokset tiedottaja Riitta-Leena Inkille ja muulle yliopiston henkilökunnalle osallistumisesta hankkeeseen. Työterveyslaitoksen tutkijat kiittävät myös Aalto yliopistossa nykyisin työskentelevää apulaisprofessori Heidi Salosta, joka oli merkittävällä työpanoksella suunnittelemassa tätä tutkimushanketta Salosen työskennellessä Työterveyslaitoksessa.







# SISÄLLYS

<b>1 TAUSTA .....</b>	<b>11</b>
1.1 Aiempi tutkimus monitilatoimistojen käytettävydestä ja työntekijöiden hyvinvoinnista.....	11
1.2 Toimistojen sisäympäristön laatu.....	13
1.3 Kokemus sisäympäristöstä.....	15
<b>2 TAVOITTEET.....</b>	<b>16</b>
<b>3 AINEISTO JA MENETELMÄT.....</b>	<b>17</b>
3.1 Tutkimuskohteet ja tutkimuksen toteutus.....	17
3.2 Yliopiston työympäristömuutoksen tausta ja toteutus.....	18
3.3 Sisäympäristöselvitykset kohteissa.....	19
3.3.1 Rakennustekniset lähtötiedot ja katselmukset.....	19
3.3.2 Sisäilmastoon liittyvät mittaukset.....	23
3.3.2.1 Mikrobit.....	23
3.3.2.2 Allergeenit.....	24
3.3.2.3 Teolliset mineraalikuidut ja hiukkaset.....	24
3.3.2.4 Fysikaaliset tekijät ja sisäilman laatu.....	24
3.4 Työntekijöiltä mitatut tulehdusvälittäjäaineet.....	25
3.5 Työympäristö- ja hyvinvointikysely sekä haastattelut.....	26
<b>4 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU.....</b>	<b>29</b>
4.1 Sisäympäristöselvitykset kohteissa.....	29
4.1.1 Rakennustekniset katselmukset.....	29
4.1.2 Sisäilmastoon liittyvät mittaukset.....	32
4.1.2.1 Mikrobit.....	32
4.1.2.2 Allergeenit.....	37
4.1.2.3 Teolliset mineraalikuidut ja hiukkaset.....	40
4.1.2.4 Fysikaaliset tekijät.....	44



4.2	Koettu sisäympäristö.....	47
4.2.1	Yksilöllinen herkkyys ympäristötekijöille.....	48
4.3	Työntekijöiltä mitatut tulehdusvälittäjäaineet.....	51
4.4	Monitilatoimiston käytettävyys ja kokemukset muutosprosessista.....	52
4.4.1	Yliopiston henkilöstön työtehtävät ja työn sisältö.....	52
4.4.2	Erot työn sisällöissä eri työtehtävissä.....	53
4.4.3	Henkilöstön työympäristötyytyväisyys ja monitilatoimistojen koettu käytettävyys.....	56
4.4.4	Erilaista työtä tekevien kokemukset tilojen käytettävyydestä.....	62
4.4.5	Työympäristömuutoksen koetut vaikutukset.....	66
4.4.6	Tilan käyttäjien työhyvinvointi ja koettu terveys.....	66
4.4.7	Arviot työympäristön muutosprosessista.....	67
4.4.8	Kokemukset muutosprosessin toteutuksesta haastattelujen valossa.....	68
4.4.8.1	Henkilöstön suhtautuminen muutokseen.....	68
4.4.8.2	Henkilöstön osallistuminen ja vaikutusmahdollisuudet.....	69
4.4.8.3	Asetettujen tavoitteiden saavuttaminen ja kehittämistarpeet.....	70
<b>5</b>	<b>JOHTOPÄÄTÖKSET.....</b>	<b>72</b>
5.1	Sisäympäristön laatu monitila- ja huonetoimistoissa.....	72
5.2	Sisäilmastokyselyssä raportoidut työympäristöön liittyvät haitat ja oireet.....	74
5.3	Ympäristöherkkyysnäkökulman tarkastelu suhteessa sisäilmastokyselyyn.....	74
5.4	Objektiivisesti mitatun tulehdustilan merkitys työntekijöiden koettuun oireiluun.....	74
5.5	Monitilaratkaisujen koettu käytettävyys ja tilan käyttäjien hyvinvointi.....	75
5.6	Yhteenvedo sekä jatkotutkimus- ja kehittämistarpeet.....	76
	<b>LÄHTEET.....</b>	<b>78</b>
	<b>LIITTEET.....</b>	<b>86</b>

# 1 TAUSTA

## 1.1 Aiempi tutkimus monitilatoimistojen käytettävyydestä ja työntekijöiden hyvinvoinnista

Monitilatoimisto on tietotyön murroksen myötä syntynyt tilatehokas ja joustava tilakonsepti, joka on alun perin kehitetty nimenomaan monipaikkaisen ja liikkuvan tietotyön tarpeisiin. Monitilatoimiston elementtejä on alettu sittemmin käyttää myös muun tyyppisessä työssä kompensoimaan avotoimistojen tyypillisiä ongelmakohtia. Monitilatoimistoissa (engl. multispace office, activity-based office, combi office, flexible office) on tyypillisesti tarjolla rauhallisia tiloja keskittymistä vaativille töille, hiljaisia tiloja, erilaisia tiloja ryhmätyöskentelyä varten sekä avoimia tiloja ja kohtaamispaikkoja erityyppisille yhteistyön tilanteille (Haapamäki ym. 2011; Worthington ym. 1998).

Monitilatoimistoja kuvaavien käsitteiden käyttö on kirjavaa. Useimmiten "multispace office" viittaa monitilatoimistoon, jossa työntekijöillä on nimetyt työpisteet ja "activity-based office" työympäristöön, jossa työskennellään nimeämättömissä työpisteissä ja niiden määrä on yleensä pienempi kuin henkilöstön lukumäärä. "Flex/flexible office" -konseptissa työskennellään nimeämättömissä työpisteissä joustavin työajoin etätyömahdollisuksineen. "Combi-office" määritellään joissakin tutkimuksissa samaan tapaan kuin "flexible office" kun taas toisissa tutkimuksissa kysymyksessä on yksilötyöhuoneiden ja yhteisen tiimityötilan yhdistelmä.

Monitilatoimistojen käytettävyydestä on toistaiseksi vähän tutkimustietoa ja tulokset työtyytyväisyyden, hyvinvoinnin ja työssä suoriutumisen osalta ovat osin ristiriitaisia. Tutkimuksen kohteina ovat pääosin olleet erilaista tietotyötä tekevät organisaatiot ja tutkitut tilat vaihtelevat tilatehokkuuden ja tilajärjestelyjen (layout) suhteen. Tutkimus- ja oppimisympäristöjä koskeissa tutkimuksissa opiskelijat ovat olleet keskiössä (Lonka, Vaara & Sandström 2015). Yliopistojen uudistuvien työympäristöjen tutkiminen henkilöstön näkökulmasta on jäänyt vähemmälle huomiolle.

Aiemmissä tutkimuksissa (liite 1) esille tulleita monitilatoimistojen myönteisiä puolia ovat tilojen esteettinen yleisilme, tiedonkulun ja vuorovaikutuksen helppous sekä yhteisöllisyyden parantuminen (Bosch-Sijtsema, Ruohomäki & Vartiainen 2010; De Been, Beijer & den Hollander 2015; McElroy & Morrow 2010). Yksilötyöhuoneita, erikokoisia avotoimistoja ja monitilatoimistoja vertailevissa tutkimuksissa havaittiin, että tiedonkulkuun oltiin tyytyväisimpiä sellaisissa monitilatoimistoissa, joissa henkilöstöllä oli oma nimetty työpiste (De Been & Beijer 2014). Toisaalta tutkimuksissa on raportoitu monitilaratkaisujen voivan myös vaikeuttaa vuorovaikutusta ja yhteistä oppimista (Bjerrum & Bodker 2003). Tutkimuksessa (Bodin Danielsson ym. 2015), jossa tarkas-



telttiin eri toimistotyyppien vaikutuksia henkilöiden välisiin konflikteihin työyhteisössä, raportoitiin eniten konflikteja monitilatoimistoissa. Miehet raportoivat enemmän konflikteja kuin naiset. Naisten keskuudessa konfliktien määrä erosi toimistotyyppin mukaan, mutta ei miesten keskuudessa. Häiritsevä melu näytti lisäävän konfliktien riskiä naisilla isoissa avotoimistoissa ja monitilatoimistoissa.

Monitilatoimiston ongelmat liittyvät tutkimusten mukaan useimmiten keskittymisvaikeuksiin ja keskeytyksiin, epätyytyttävään ääniympäristöön ja akustiikkaan, yksituisuuden puutteisiin, riittämättömiin työ- ja varastotiloihin sekä mobiiliteknologian puutteisiin (Bosch-Sijtsema, Ruohomäki & Vartiainen 2010; Bodin Danielsson & Bodin 2008; Bodin Danielsson & Bodin 2009; De Been & Beier 2014; De Been, Beijer & den Hollander 2015; McElroy & Morrow 2010; Parking, Austin, Pider, Baguley & Allenby 2011; Seddigh, Berntson, Bodin Danielson & Westerlund 2014; Van der Voordt 2003). Erityisesti ne työntekijät, joiden työn keskittymisvaatimukset ovat suuret, raportoivat häiriöitä kaikissa muissa toimistotyypeissä paitsi huonetoimistossa (Seddigh, Berntson, Bodin Danielson & Westerlund 2014). Joissakin tutkimuksissa (McElroy & Morrow 2010; Pullen 2014) eri ikäluokista alle 30-vuotiaat raportoivat häiriötekijöitä vähiten.

Suurimmat erot tyytyväisten ryhmän ja tyytymättömien ryhmän välillä ovat liittyneet sisustussuunnitteluun, tilojen avoimuuden asteeseen, tilajakoon, erilaisten tilojen lukumäärään ja monipuolisuuteen sekä rakennuksen saavutettavuuteen (Brunia, De Been & van der Voordt 2016). Lisäksi jatkuva paikan vaihtaminen ja vetäytymistilojen riittämättömyys näyttäisivät olevan tyytymättömyyttä aiheuttavia tekijöitä (Bosch-Sijtsema, Ruohomäki & Vartiainen 2010; De Been, Beijer & den Hollander 2015). Koetut ongelmat näyttäisivät tulevan useimmiten esille huonetoimistoista monitilatoimistoihin siirryttäessä (Van der Voordt 2003). Ongelmien taustalla on tutkijoiden mukaan ollut useinkin puutteet työympäristön muutosprosessin johtamisessa sekä se, ettei tilasuunnittelussa ole huomioitu riittävästi työn sisältöjä ja vaatimuksia (Bjerrum & Bolder 2003; Brunia, De Been & van der Voordt 2016).

Tutkimustietoa eri toimistotyyppien yhteydestä terveyteen ja tuottavuuteen löytyy vain niukalti. Eri toimistotyyppistä vertailevassa tutkimuksessa (Bodin Danielsson & Bodin 2008) terveydentila ja työtyytyväisyys koettiin parhaimmaksi yksilötyöhuoneissa ja monitilatoimistoissa (flex office) työskentelevien keskuudessa kun ikä, sukupuoli, ammattiasema ja toimiala oli vakioitu. Tulokset monitilatoimistoon siirtymisen vaikutuksesta itse arvioituun tuottavuuteen ovat olleet ristiriitaisia (van der Voordt 2003). Pitkittäistutkimuksessa (Meijer, Frings-Dresen & Sluiter 2009), jossa seurattiin työympäristömuutoksen vaikutuksia, ei havaittu muutosta tuottavuudessa lähtötilanteeseen verrattuna. Sen sijaan myönteinen muutos koetussa terveydentilassa oli tilastollisesti merkitsevä.

## 1.2 Toimistojen sisäympäristön laatu

Aikaisempien toimistotutkimusten perusteella tiedetään, että toimistojen sisäympäristön laatua heikentäviä epäpuhtauksia ovat mm. mikrobiepäpuhtaudet, eläinpölyt (allergeenit), teolliset mineraalikuidut, hiukkaset sekä rakennus- ja sisustusmateriaalien päästöt (Haahtela & Reijula 1997; Salonen ym. 2002, Salonen ym. 2007; Salonen ym. 2009; Salonen 2009; Lappalainen ym. 2013). Vaikka aikaisempaa tutkimustietoa toimistojen sisäympäristön laatua heikentävistä epäpuhtauksista ja niiden tasoista on jonkin verran saatavilla, tämä tieto perustuu pääasiassa perinteisiin huone- ja avoimistotiloihin. Uudenlaisia monitilatoimistoja on tutkittu hyvin vähän eikä julkaisua epäpuhtautasoja kuvaavaa aineistoa ole aiemmin ollut saatavilla. Sisäympäristön laatututkimuksia uudenaikaisista monitilatoimistoista tarvitaan myös vertailuaineistoksi tutkimustulosten tulkintaan esim. sisäilmasto-ongelmiin liittyen. Aikaisemmin on esitetty joitakin vertailuaineistoja, viitearvoja ja toimenpideraja-arvoja asunnoille, koululle ja perinteisille huone- ja avokonttoritoimistoille toimintaympäristöstä (Salonen ym. 2002; Salonen ym. 2007; Meklin ym. 2008; Salonen 2009; Asumisterveysasetus 545/2015), mutta ei ole toistaiseksi ollut tietoa eroaako aiemmin esitetyt tavanomaiset pitoisuustasot monitilatoimistoissa. On mahdollista, että tilatehokkuuden kasvaessa sisäilman joidenkin (esim. mikrobit, allergeenit ja hiukkaset) epäpuhtauksien tasot kasvavat. Ei ole olemassa myöskään vertailevaa tutkimusdataa pölyn immunokemiallisesta koostumuksesta eri toimistoympäristöjen välillä.

Hyvän sisäympäristön perusedellytyksiä on, että tilat vastaavat rakennus- ja talotekniikan osalta suunniteltua käyttötarkoitusta. Sisäilmasto-olosuhteiden tulee vastata vähintään rakentamismääräyskokoelmassa annettuja arvoja tai valitun Sisäilmastoluokituksen (2008) arvoja (esim. lämpötilat), jos suunnitellun lähtökohtana on käytetty Sisäilmastoluokitusta. Rakenteiden tulee olla kosteusteknisesti toimivia. Rakenteissa ei saa olla mikrobikasvua tai muuta terveyshaittaa aiheuttavia epäpuhtauksia, joille tilan käyttäjät voisivat altistua. Nykyaikaisten toimistotilojen sisäilman mikrobipitoisuudet ovat yleensä hyvin alhaiset (Salonen 2009). Bakteeripitoisuusmittauksia voidaan kuitenkin hyödyntää arvioitaessa mm. ilmanvaihdon riittävyttä ja tilatehokkuuden vaikutusta sisäilman laatuun.

Rakennus- ja sisustusmateriaaleilla on vaikutusta epäpuhtauksien vapautumiseen ja kertymiseen työympäristössä, ja siten sisäympäristön laatuun (Joseph 2006a; Joseph 2006b; Salonen, Lahtinen ym. 2012a; Salonen, Lahtinen ym. 2012b). Monitilatoimistoissa usein käytetyn lattiamateriaalin – tekstiilimaton – on tutkimuksissa todettu keräävän pölyä merkittävästi enemmän kuin sileän, kovapintaisen, lattiamateriaalin (Gravesen, Larsen ym. 1986; Thatcher & Layton 1995; Leese, Cole ym. 1997). Tekstii-



limattomateriaali on myös hankalampi pitää puhtaana kuin kovempi lattiamateriaali (Harris 2000). On raportoitu, että siivouksen jälkeen tekstiilimaton bakteeripitoisuus palaa hyvin nopeasti siivousta edeltäneelle tasolle (Joseph 2006a). Tekstiilimaton raportoitujen hyötyjen, kuten meluhaittojen ja valon häikäisyn vähenemisen vuoksi uudenlaisissa monitilatoimistoissa kokolattiamattomateriaalien käyttö on joistakin tiedetyistä/epäilyistä haitoista huolimatta yleistymässä. Valmistajat ovat pyrkineet saamaan uudet mattomateriaalit mahdollisimman vähän pölyä kerääviksi ja helposti puhdistettaviksi. Suomessa ei ole tähän mennessä julkaistu tutkimuksia tekstiilimaton vaikutuksista toimistotyöympäristön mikrobiepäpuhtauksiin (esim. homesienet, bakteerit, endotoksiinit), allergeenipitoisuuksiin tai teollisten mineraalikuitujen pitoisuuksiin. Esimerkiksi Australiassa toteutetussa tutkimuksessa (Salonen, Duchaine ym. 2013) todettiin, että kouluympäristöissä kokolattiamattoihin kertyy huomattavan paljon endotoksiinia. Endotoksiinille altistumisen on todettu liittyvän mm. astman pahenemiseen (Liu 2002; Rylander 2002; Horick, Weller ym. 2006). Jopa alhaiset endotoksiinipitoisuudet voivat aiheuttaa hengitystieoireita, kuten yskää ja hengityksen vinkunaa (George, Jin ym. 2001; Park, Gold ym. 2001; Rennie, Lawson ym. 2012).

Sisäympäristön allergeenitasoja toimistotyöympäristössä on mitattu vähän ja näin ollen niiden merkitystä sisäympäristön kuormitustekijänä on vaikea arvioida tai poikkeavatko allergeenitasot moni- ja huonetoimistoissa. Sisäilmassa ja laskeutuneessa pölyssä havaitut allergeenit sisältävät yleensä pääasiassa pölypunkki ja koira- ja kissa-allergeeneja ja tutkimuksissa allergeenien on todettu kulkeutuvan paikasta toiseen vaatteiden mukana (Rullo, Rizzo ym. 2002; Instanes, Hetland ym. 2005; Zuraimi, Ong ym. 2008; Tranter, Wobbema ym. 2009).

Toimistoissa äänenvaimennuksessa käytetyt akustiikkalevyt ja äänenvaimentimet ilmanvaihtolaitteistoissa sekä putkieristeet voivat sisältää teollisia mineraalikuituja (lasikuitu, lasivilla ja vuorivilla) (Salonen 2009; Työterveyslaitos 2013). Pinnoittamattomista tai pinnaltaan rikkoutuneista materiaaleista voi vapautua sisäilmaan teollisia mineraalikuituja, jotka voivat aiheuttaa ihon, silmien ja hengitysteiden ärsytysoireita sekä äänenkäytön ongelmia. Sisäilman hiukkaspitoisuuteen vaikuttaa rakennuksen ulko- ja sisälähteet (Morawska ym. 2002; Koistinen ym. 2004). Toimitiloissa sisäilman pienten hiukkasten pitoisuuteen vaikuttaa merkittävimmin ulkoilman hiukkaspitoisuus. Sisäilman hiukkaspitoisuutta voidaan vähentää tehokkaalla tuloilman-suodatuksella. (Jamriska ym. 2000; Parker ym. 2008) Tuloilma on suodatettava rakentamismääräysten mukaan taajama-alueella vähintään F7-luokan suodattimella. Sisäilmastoluokitus suosittelee tuloilman suodatusta kaupunkialueella S2-luokassa F8-luokan suodattimella ja S1-luokassa F9-luokan suodattimella.

## 1.3 Kokemus sisäympäristöstä

Sisäympäristöön liittyvien haittakokemusten syyt ovat moninaisia: sisäilmatekijät, psykososiaalinen ympäristö ja yksilölliset tekijät (Norbäck, 2009). Sisäympäristöön liittyviä haittoja voidaan kokea, vaikka rakennuksesta ei löydy sille selitystä (Brauer, Kolstad ym., 2006). Osa sisäympäristöön liittyviä oireita liittyy ympäristöherkkyyteen, joka on yksilöllistä reaktiivisuutta, joka ilmenee oireiluna tietyissä ympäristöissä aiheuttaen osalla merkittävääkin elämänpiirin sekä työ- ja toimintakyvyn rajoittumista (Dantoft ym. 2015). Ympäristöherkkyyttä tuoksuville kemiallisille tekijöille voidaan tutkia kyselyillä, kuten The Quick Environmental Exposure and Sensitivity Inventory (QEESI) (Miller & Prihoda 1999a, 1999b, Hojo ym., 2003). Työympäristöön liittyvän haitan arviointiin on käytössä luotettavia kyselyitä, kuten sisäilmastokysely (Andersson 1998; Reijula & Sundman-Digert 2004).

Työterveyslaitoksen sisäilmastokyselyllä kartoitetaan tilojen käyttäjien kokemia työympäristöhaittoja ja työhön liittyviä oireita kyselyä edeltäneen kolmen kuukauden ajalta ja verrataan niitä ko. toimintaympäristössä tavanomaisena pidettävään. Kysely antaa ensisijaisesti tietoa koetun ongelman laadusta ja laajuudesta ryhmätasolla. Koetun haitan ja oireiden lisäksi kyselyssä kartoitetaan myös eräitä taustamuuttujia (sukupuolijakauma, tupakointi, astmaatikkojen ja allergikkojen osuus vastaajista sekä työssä koettu stressi ja psykososiaalinen kuormitus), koska nämä voivat vaikuttaa käyttäjien kokemukseen sisäilmasto-ongelmasta ja sen ratkaisukeinoihin. Erilaiset työtiloissa todetut sisäilmasto- ja sisäympäristötekijät, kuten lämpöolojen ongelmat, huono sisäilman laatu (kuivuus, erilaiset hajut ja muut epäpuhtaudet) ja ilmanvaihdon ongelmat sekä tilojen meluisuus ja heikko valaistus voivat aiheuttaa haittaa ja erilaista epäspesifistä oireilua ilman, että olosuhteisiin liittyy erityistä sairastumisen vaaraa aiheuttavaa altistumista.

Kansainvälisesti on näyttöä QEESI-kyselyn toimivuudesta ympäristöherkkyyden toteamisessa ja seurannassa (Nordin ja Andersson, 2010), myös sisäympäristöön liittyen (Huang ym. 2014). QEESI-kyselyn Kemikaalit-osiota on käytetty suomalaisessa tutkimuksessa selvittäessä ääni- ja monikemikaaliherkkyyden yhteisesiintyvyyttä (Heinonen-Guzejev ym. 2012). Herkkyys reagoida ympäristön tuoksuille tekijöille on tavallista esiintyen lähes puolella väestöstä, ja se on tavallisempaa naisilla (Berg ym. 2008). Herkän ympäristötekijöille reagoinnin merkitystä osana sisäympäristön arviointia ei ole toistaiseksi toimistoympäristöissä tutkittu, mutta se auttaisi tarkentamaan arviota oireilun ja altistumisen välisestä yhteydestä ja ongelman optimaalisten ratkaisutoimenpiteiden suunnittelemiseksi.



## 2 TAVOITTEET

Hankkeen tavoitteena oli tutkia monitilatoimistojen sisäympäristöä, käytettävyyttä ja työntekijöiden hyvinvointia laaja-alaisesti monitieteellisellä tutkimusotteella sekä kehittää menetelmiä hyvinvoinnin arvioimiseksi.

Tutkimuksen tarkennetut tavoitteet olivat:

1. Tutkia monitilaratkaisujen vaikutusta sisäympäristön laatuun toimistoissa seuraavien tekijöiden osalta:
  - Mikrobit (bakteerit ja endotoksiinit)
  - Allergeenit (kissa-, koira- ja punkkiallergeenit)
  - Teolliset mineraalikuidut ja hiukkaset
  - Lämpöolosuhteet
2. Tutkia lattiamateriaalivalinnan (kokolattiamatot, kovat lattiapintamateriaalit) vaikutusta monitilatoimistojen sisäympäristön laatuun
3. Arvioida toteutettuja monitilaratkaisuja käytettävyiden sekä terveyden ja hyvinvoinnin näkökulmista
  - Millainen on tilojen koettu käytettävyys ja mitä kehittämistarpeita siinä on? Eroavatko tutkimus- ja opetustyötä, hallinnollista toimistotyötä, asiantuntijatyötä ja asiakaspalvelutyötä tekevien kokemukset tilojen käytettävyydestä toisistaan?
  - Miten tilan käyttäjät arvioivat sisäilmaston laatua?
  - Millainen on tilan käyttäjien koettu hyvinvointi ja työtyytyväisyys?
4. Kehittää sisäilmastokyselyyn osio, jolla voitaisiin tunnistaa ympäristöherkät työntekijät
5. Kartoittaa objektiivisesti mitatun tulehdustilan merkitystä työntekijän koettuun oireiluun

## 3 AINEISTO JA MENETELMÄT

### 3.1 Tutkimuskohteet ja tutkimuksen toteutus

Tutkimushanke toteutettiin 1.8.2014 - 31.12.2016 välisenä aikana kuudessa Helsingin yliopiston rakennuksessa. Tiloissa tehdään tutkimus-, opetus-, asiantuntija-, asiakaspalvelu- ja hallintotyötä ja niissä työskentelee hieman yli 300 henkilöä. Rakennuksista valittiin tutkimuskohteiksi kohdekierroksen ja pohjapiirustusten perusteella vuosina 2011-2014 valmistuneita toimistotiloja, joissa ei ollut etukäteen tiedossa merkittäviä sisäilmahaittoja. Kohteissa A, B, C, E ja F oli monitilatoimistoratkaisuja ja kohde D oli tilaratkaisultaan perinteinen huonetoimisto, joka valittiin sisäilmasto-olosuhteiden vertailukohteeksi. Tutkituissa monitilatoimistoissa oli erilaisia tiloja erityyppisille tehtäville (muun muassa avotilaa, hiljaisia tiloja, ryhmätyötiloja sekä vetäytymistiloja). Tutkittavat olivat työskennelleet uusissa tiloissa vähintään yhden vuoden ajan ja heillä oli käytössään nimetyt työpisteet.

Tutkitut kohteet erosivat toisistaan muun muassa tilatehokkuuden, tilajärjestelyjen, rakennus- ja pintamateriaalivalintojen suhteen. Tutkimuksen yhtenä tavoitteena oli arvioida tekstiilimaton vaikutusta sisäilman ja laskeutuneessa pölyssä olevien epäpuhtauksien määrään. Kohteissa käytetty tekstiilimatto oli tuftattu ja silmukanukainen, tai käytössä oleva lattiapinnoite oli ns. kova eli esimerkiksi linoleum-pinnoite.

Tutkimus käynnistyi kohderakennusten taustatietojen keräämisellä, rakennusteknisillä katselmuksilla ja sisäilman laadun mittauksilla. Sisäilman laadun ja fysikaaliset olosuhdemittaukset tehtiin rakennuksissa A, B, C ja D kolmena mittausajanjaksona talvikaudella marras-maaliskuussa. Työympäristö- ja hyvinvointikysely, joka koostui tilojen käytettävyyttä, sisäympäristöä ja siihen liitettyä oireilua sekä henkilöstön hyvinvointia selvittävistä kysymyksistä, toteutettiin keväällä 2015 tilojen jälkiarviointina (post-occupancy evaluation) kaikissa kohderakennuksissa. Kyselyyn vastanneiden keskuudesta kutsuttiin 2015 aikana edustajia oireilevista ja ei-oireilevista, miehistä ja naisista, sekä eri työhuonetyypeistä verikokeisiin, joista määritettiin tulehdustilan merkkiaineita. Näillä biologisilla näytteillä pyrittiin kartoittamaan objektiivisesti mitatun tulehdustilan merkitystä työntekijän koettuun oireiluun. Lisäksi työympäristön muutosprosessiin osallistuneita asiantuntijoita haastateltiin kesä-toukokuussa 2015.

## 3.2 Yliopiston työympäristömuutoksen tausta ja toteutus

Työympäristökehittämisen lähtökohtina yliopistossa olivat kustannussäästöt sekä muuttuvaan työhön ja uudenlaisiin työn tekemisen tapoihin vastaaminen. Kustannussäästöjä tavoiteltiin siirtymällä vuokratiloista omiin kiinteistöihin ja tehostamalla tilatehokkuutta uusilla monitilaratkaisuilla valtion toimitilastrategian (Valtionvarainministeriön periaatepäätös 18.12.2014) suuntaviivojen mukaisesti. Monitilaratkaisujen uskottiin parantavan myös tilojen muuntojoustavuutta, jota tarvitaan tutkijoiden määrän ja sen myötä myös tilatarpeiden vaihdellessa.

Tilatehokkuuden kasvattamisen lisäksi tavoitteena oli vahvistaa yhteisöllisyyttä ja lisätä yhteistyötä eri yksiköiden ja yksilöiden välillä sekä parantaa viihtyisyyttä. Jatkossa Helsingin yliopiston tavoitteena oli siirtyä vähitellen myös mobiiliin monipaikkaiseen työhön, jossa työntekijöillä ei ole omaa nimettyä työpistettä. Tässä tutkimuksessa mukana olleissa kohteissa työskenneltiin kuitenkin omissa kiinteissä työpisteissä.

Työympäristömuutoksen prosessia johti tutkituissa kohteissa yliopiston tila- ja kiinteistökeskus yhteistyössä tiedekuntien johdon sekä henkilöstön edustajien (ml. työsuojelu) kanssa. Työterveyshuolto oli prosessissa mukana terveyden ja työkyvyn asiantuntijana sekä otti kantaa muun muassa ergonomia- ja kalusteratkaisuja koskeviin kysymyksiin.

Kohteiden suunnittelussa käytettiin ulkopuolisia työympäristön kehittämiseen erikoistuneita arkkitehti- ja sisustussuunnittelutoimistoja, joista prosessiin osallistui arkkitehti, sisustusarkkitehti ja työympäristökonsultti. Kohteiden muutosprosessit erosivat jossain määrin toisistaan muun muassa sen suhteen, missä määrin tilan käyttäjiä osallistettiin suunnitteluprosessiin. Osassa kohteista (4 kohdetta) työympäristökonsultti toteutti henkilöstökyselyn, jossa tilasuunnittelun pohjaksi kartoitettiin tilatarvetta, työskentelytapoja ja käytössä olevia työvälineitä, vuorovaikutusta ja tulevaan työympäristömuutokseen suhtautumista. Lisäksi suunnittelua pohjustettiin havainnoimalla tiloissa työskentelyä ja käyttöasteita. Näissä kohteissa järjestettiin myös henkilöstöä osallistavia työpajoja, joissa tarkasteltiin tilasuunnitelmia sekä keskusteltiin uusissa tiloissa toimimisen käytännöistä ja pelisäännöistä. Kohteissa, joissa ei käytetty ulkopuolista työympäristökonsulttia, hyödynnettiin yliopiston tila- ja kiinteistökeskuksen omaa henkilöstökyselyä suunnittelun lähtötietona. Jokaisessa kohteessa järjestettiin koko henkilöstölle yhteisiä tiedotus- ja keskustelutilaisuuksia muutosprosessin etenemisestä. Muutosprosessia johtaneilla oli mahdollisuus tutustua referenssikohteisiin ja muu henkilöstö pääsi tutustumaan kohteisiin niistä otettujen valokuvien välityksellä. Henkilöstöllä oli myös mahdollisuus tutustua yliopistossa aiemmin valmistuneisiin monitilatoimistoihin. Uudistettujen tilojen käytettävyyttä seurattiin keräämällä säännöllisesti palautetta sähköisellä palautelomakkeella.

### 3.3 Sisäympäristöselvitykset kohteissa

Kohteista tunnistettiin ja ryhmiteltiin sisäympäristöön vaikuttavia tekijöitä kuten ilmanvaihtojärjestelmään ja ilmanvaihtoon liittyvät tiedot, rakennuksen rakenteet ja mahdolliset kosteustekniset riskirakenteet, sisäilmastoon liittyvä historia ja mahdolliset korjaukset, pintamateriaalit, tilatehokkuus, siivousohjelma, rakennukseen liittyvä huolto-ohjelma ja toimintatavat sisäilmasto-ongelmien ratkaisemisessa.

Sisäilmaston laatua arvioitiin lämpöolosuhdeselvityksin ja mittaamalla sisäilman ja/tai työtilapintojen mikrobi- (bakteeri- ja endotoksiinipitoisuudet), hiukkas- ja allergeenipitoisuuksia sekä teollisten mineraalikuitujen pitoisuuksia. Sisäilmastomittaukset tehtiin talvi vuodenaikana seuraavasti: helmi- ja maaliskuu 2015, marras- ja joulukuu 2015 sekä helmi- ja maaliskuu 2016.

#### 3.3.1 Rakennustekniset lähtötiedot ja katselmukset

Rakennusten lähtötietoina käytettiin rakennuksen rakenteisiin, arkkitehtuuriin ja korjaus-historiaan liittyviä asiakirjoja ja piirustuksia sekä Helsingin yliopiston Kiinteistö- ja tilapalvelun asiantuntijoiden antamia muita tietoja. Lähtötietoja oli saatavilla vaihtelevasti riippuen rakennuksen omistajahistoriasta ja asiakirjojen saatavuudesta. Lähtötietoja saatiin Helsingin yliopiston arkistosta ja Tila- ja kiinteistöpalvelun asiantuntijoilta.

Lähtötietojen lisäksi rakennuksiin tehtiin rakennustekniset katselmukset. Katselmukset kohdistettiin toimistotiloihin, joissa tehtiin myös sisäilmanlaadun mittauksia. Myös tarkasteltavia toimistotiloja ympäröivät tilat katselmoitiin mahdollisuuksien mukaan. Katselmuksessa kiinnitettiin huomiota rakenteissa tai niiden pinnoilla esiintyviin mahdollisiin sisäilman epäpuhtauslähteisiin ja lähtötietojen perusteella havaittuihin rakennusteknisiin riskeihin, joilla saattaa olla vaikutusta sisäilman laatuun.

#### Aistinvarainen arviointi:

Katselmus tehtiin aistinvaraisesti ja suoraan osoittavilla mittalaitteilla kuntoarviomenetelmiä (RT 18-11085) soveltaen, painottuen ensisijaisesti sisäilman laatuun vaikuttaviin tekijöihin. Aistinvaraisessa arvioinnissa tehtiin havaintoja mm. pinnoitteiden tai materiaalien vaurioista ja värimuutoksista sekä poikkeavista hajuista.

#### Kosteuskartoitus:

Kosteuskartoituksessa käytettiin pintailmaisinta (Tramex Moisture Encounter Plus). Kartoitus tehtiin betoni- ja kivirakenteista otantana/pistokoemaisesti ja kalusteita siirtämättä.

## Ilman virtaussuunnat:

Ilman virtaussuuntia kartoitettiin Dräger-merkkisavun (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) avulla.

Kaikki katselmoidut toimistotilat sijaitsivat rakennuksissa, jotka ovat valmistuneet vuosien 1921- 1962 välillä. Kaikkiin katselmoituihin tiloihin on tehty viimeisen viiden vuoden aikana erilaisia tilamuutoksia ja pintaremontteja. Osassa kohteissa oli tehty myös rakennuksen peruskorjaus viime vuosina.

## Lähtötiedot:

Kohde	Rakennusvuosi	Kerrokset	Runko	Välipohja	Alkuperäinen käyttötarkoitus
A	1931	5 + kellari	Massiivitiili, teräsbetoni	Pääosin ala- ja ylälaattapalkisto	opetustiloja

- Tiedossa olevat merkittävimmät perusparannukset ja muutostyöt:
  - sisäportaan rakentaminen 1967
  - koko rakennuksen peruskorjaus ja koneellisen ilmanvaihdon rakentaminen 1981
  - laboratoriotilojen muuttaminen toimistotiloiksi 1998
  - laaja peruskorjaus, jossa korjattu perustuksien ja maanvastaisten rakenteiden vedeneristys ja rakenteet, salaojat, vanhat hormirakenteet, ilmanvaihtojärjestelmä sekä rakennettu iv-konehuone 2004
  - lukuisia pintamateriaaleihin liittyviä parannustöitä, joista viimeisin on valmistunut vuonna 2012.
- Tilamuutokset:
  - useita toimistotilojen muutoksia, joista viimeisin on valmistunut vuonna 2013.



Kohde	Rakennus- vuosi	Kerrokset	Runko	Välipohja	Alkuperäinen käyttötarkoitus
B	1959	7 + kellari ja vintti	Teräsbetoni	Ylälaattapalkisto	Toimisto-, varasto,- näyttely- ja myymä- lätiloja

- Tiedossa olevat merkittävimmät perusparannukset ja muutostyöt:
  - ikkunoiden uusiminen n. 1990
  - julkisivupinnoitteiden ja lämmöneristeiden osittain vaihtaminen mineriittilevystä alumiinilevyksi 1998
  - kellarikerroksen kosteusvaurioiden korjaaminen 2013
  - talon päädyssä olevan julkisivun ja viereisen rakennuksen julkisivujen välisen ilmatilan korjaustyöt 2013
  - lukuisia pintamateriaaleihin liittyviä parannustöitä, joista viimeisin on valmistunut vuonna 2013.
- Tilamuutokset:
  - useita tilamuutoksia, joista viimeisin on valmistunut vuonna 2012.

Kohde	Rakennusvuosi	Kerrokset	Runko	Välipohja	Alkuperäinen käyttötarkoitus
C	1962	Kolme + kellari	Teräsbetoni	Teräsbetonilaatta	opetustiloja, asuntoja

- Tiedossa olevat merkittävimmät perusparannukset ja muutostyöt:
  - toisen kerroksen kasvihuoneen muuttaminen laboratoriksi ja lasikaton umpeen rakentaminen vuonna 1979
  - kokonaisvaltainen korjaus ja käyttötarkoituksen muutos vuonna 1995
  - osittainen ilmanvaihdon uusiminen vuonna 1995
  - peruskorjaus vuonna 2014, jossa uusittiin mm. rakennuksen yläpohjarakenteita, vesikattorakenteita, alapohjarakenteita salaojat, perustusten lämmön- ja vedeneristeet, sisäkatot ja sisäpinnat sekä osa ikkunoista. Lisäksi korjattiin pihakansirakenteet, sokkelirakenteet, alapohjan putki-kanaalit, hormiseinäarakenteet, kattoikkunat ja julkisivut lisälämmöneristettiin, autohallin rakenteet ja pinnat korjattiin sekä LVIS- tekniikkaa uusittiin.
- Tilamuutokset:
  - useita tilamuutoksia, joista viimeisin on valmistunut vuonna 2014.



Kohde	Rakennusvuosi	Kerrokset	Runko	Välipohja	Alkuperäinen käyttötarkoitus
D	n. 1921	5 + kellari	Massiivitiili-seinä + teräsbetoni	Kaksoislaattapalkisto	Asunto-, liike ja pensionaattitiloja

- Tiedossa olevat merkittävimmät perusparannukset ja muutostyöt:
  - kaukolämpöverkkoon liittyminen 1962
  - yhdyskäytävä kohteeseen D 1984 ja kohteeseen A 1981
  - koneellisen ilmanvaihdon rakentaminen 1985
  - ilmanvaihtokonehuoneiden rakentaminen 1985
  - ikkunoiden uusiminen 1985
  - julkisivurappauksen osittainen uusiminen 1985
  - parvekkeiden purkaminen 1985
  - vesikatteen uusiminen 1985
  - välipohjarakenteiden osittaisia korjauksia 2000- luvulla
  - lukuisia sisäpintojen ehostustöitä, joista viimeisin valmistunut 2013
  - osittaisia rakenteiden epätiiviyiskohtien tiivistämisä 2000- luvulla
  - alkuperäisten hormien ja ilmanvaihtokanavien sulkeminen 2004
  - pihasiiven kolmekerroksisen päätyosa on korotettu viisikerroksiseksi 2006.
- Tilamuutokset:
  - merkittäviä tilojen käyttötarkoituksen muutoksia 1970-luvulta lähtien
  - useita toimistotilojen muutoksia, joista viimeisin on valmistunut vuonna 2013.

### 3.3.2 Sisäilmastoon liittyvät mittaukset

#### 3.3.2.1 Mikrobit

##### **Sisäilman bakteeripitoisuudet:**

Ilmanäytteet bakteerimäärityksiä varten kerättiin fraktioivalla 6-vaiheimpaktorilla (malli 10–800, Andersen Inc, Georgia, USA). Tilavuusvirta oli 28,3 l/min ja näytteenkeräysaika 15 min. Kustakin mittauspisteestä kerättiin mesofiiliset bakteerit tryptonihii-vaglukoosiagarilta (THG). Näytteet kasvatettiin huoneenlämmössä 7 vuorokautta (aktinobakteerit 14 vrk). Kasvatuksen jälkeen syntyneiden pesäkkeiden määrä laskettiin. Aktinobakteeripitoisuudet ilmoitettiin erikseen, jos niitä havaittiin. Saatujen pesäkelukujen perusteella laskettiin ilman bakteeripitoisuudet. Tulokset ilmoitettiin pesäkkeitä muodostavien yksiköiden määränä ilmaukuutiometrissä (cfu/m<sup>3</sup>) (colony forming unit = pesäkkeen muodostava itiö). Analyysit tehtiin Työterveyslaitoksessa (akkreditoitu työohje AR2304-TY-035).

##### **Sisäilman endotoksiinipitoisuudet:**

Ilmanäytteet kustakin tutkittavasta tilasta kerättiin käyttäen lasikuitusuodattimia (25 mm, IOM-keräin) tilavuusvirralla 2 l/min. Lisäksi kenttämittauksissa oli mukana ns. nollanäytteet kontrollinäytteinä. Näytteenoton jälkeen suodattimet siirrettiin pyrogeenivapaaseen veteen, ravisteltiin, sentrifugoitiin ja supernatantti pakastettiin (-20 °C). Näytteiden endotoksiinipitoisuudet määritettiin LAL (*Limulus ameobosyte lysate*) -entsyymiin perustuvalla, kineettisesti mittaavalla kromogeenisellä menetelmällä (Työterveyslaitoksen akkreditoitu työohje AR2304-TY-070). Ilmanäytteiden analyysitulokset ilmoitettiin EU/m<sup>3</sup> (EU = endotoxin unit = endotoksiiniyksikkö).

##### **Laskeutuneen pölyn endotoksiinipitoisuudet:**

Pölynäytteet lattioilta kerättiin pölynimurin avulla suodattimelle (Whatman GF/B, 90 mm). Ennen näytteenottoa pölynimurin näytteenottoadapteri kuumasteriloitiin. Ennen näytteenottoa pölynimuri puhdistettiin 70 %:lla alkoholilla. Pöly kerättiin noin 4 m<sup>2</sup>:n alueelta. Näytteenottosuodatin siirrettiin steriiliin lasipulloon. Näytteitä säilytettiin jääkaapissa 2 vuorokautta, jonka jälkeen suodattimet uutettiin 20 ml:iin steriiliä vettä 1 tunnin ajan ravistellen. Sen jälkeen uuttoliuos otettiin talteen ja sentrifugoitiin. Supernatantti pakastettiin ja analysoitiin. Pölyn endotoksiinipitoisuus ilmoitettiin EU/m<sup>2</sup> (EU = endotoxin unit = endotoksiiniyksikkö). Analyysit tehtiin Työterveyslaitoksessa.



### 3.3.2.2 Allergeenit

#### Laskeutuneen pölyn kissa-, koira- ja pölypunkkiallergeenipitoisuudet:

Allergeeninäytteet kerättiin lattioilta pölynimurilla puhtaaseen pölypussiin. Näytteistä määritettiin huonepölypunkkien (*Dermatophagoides pteronyssinus* eli Der p1 ja *Dermatophagoides farinae* eli Der f1 sekä ristireagoivat ryhmän 2-huonepölypunkkiallergeenit, esim. Der p2 ja Der f2), kissan (Fel d1, *Felis domesticus*) ja koiran (Can f1, *Canis familiaris*) pääallergeenit. Näytteet analysointiin Iho- ja allergiasairaalassa (alihankkija Indoor biotechnologies) ja analysointimenetelmä oli Maria P5B, joka pohjautuu Luminexin x MAP teknologiaan. Näytteistä valmistettiin 1:10 w/v uute 0.1M kaliumfosfaattipuskuriin (pH 7.4) testejä varten. Uute sentrifugoitiin (RT 10 min 10 000 rpm /8160g) ja supernatantti käytetään testiin. Tulokset ilmoitettiin allergeeni ng/g pölyä.

### 3.3.2.3 Teolliset mineraalikuidut ja hiukkaset

#### Laskeutuneen pölyn teollisten mineraalikuitujen pitoisuudet:

Teolliset mineraalikuidut määritettiin geeliteippinäytteestä (BM Dustfilters, BM Environmental Engineering, Hollanti). Laskeutunutta pölyä kerättiin petrimaljalle kahden viikon ajan. Keräyksen jälkeen petrimaljalle painettiin geeliteippi. Teippiin kertyneiden kuitujen määrä laskettiin faasikontrastivalomikroskooppilla. Tulokset ilmoitettiin kuitua/cm<sup>2</sup>. Analysointi tehtiin Työterveyslaitoksessa.

#### Pölyn koostumus:

Pölyä kerättiin pyyhintämenetelmällä muovipussiin, näyte tutkittiin pyyhkäiselektromikroskooppia (SEM) ja EDS-analysointia käyttäen. Määritys on kvalitatiivinen. Analysointi tehtiin Työterveyslaitoksessa.

#### Sisäilman, tuloilman ja ulkoilman hiukkasten lukumääräpitoisuudet:

Pitoisuudet mitattiin Clime 154 optisilla hiukkaslaskureilla.

### 3.3.2.4 Fysikaaliset tekijät ja sisäilman laatu

Ilman lämpötilaa, suhteellista kosteutta, hiilimonoksidi- ja hiilidioksidipitoisuutta mitattiin Delta Ohm HD21AB17 mittareilla. Ilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta mitattiin lisäksi Tinytag View 2 dataloggereilla. Painesuhdetta rakennuksen ulkovai-pan yli mitattiin Swema 3000 mittarilla. Ilmanvaihdon Ilmavirtoja mitattiin päätelait-teista Swema 125 ba-lometrillä.



### 3.4 Työntekijöiltä mitatut tulehdusvälittäjäaineet

Työntekijöistä kerätyillä biologisilla näytteillä pyrittiin kartoittamaan objektiivisesti mitatun tulehdustilan merkitystä työntekijän koettuun oireiluun. Erittynyt tulehdus-tekijät mitattiin veren seerumista käyttäen Luminex-menetelmää. Merck Milliporen valmistaman Milliplex-kitin välittäjäaineepaneeliin on valittu 13 aiemmin tulehdukseen liittyvää tekijää.

Luminex perustuu xMAP-tekniikkaan. Tässä tekniikassa perustana ovat magneettiset helmet, jotka on värjätty fluorisoivalla värillä ja joihin on kiinnitetty spesifejä vasta-aineita. Värin avulla analysaattori (Luminex 200) erottaa mistä mitattavasta välittäjäaineesta on kyse. Helmien päälle rakennetaan vasta-aineen avulla ketju, jonka lopussa on toinen fluorisoiva väri. Tämän värin avulla Luminex-analysaattori mittaa kyseisen välittäjäaineen pitoisuutta. Tällä tekniikalla voidaan määrittää Luminex 200 -analysaattorilla jopa 100 eri väittäjäainetta yhdestä näytteestä yhdellä kertaa; tarvittava näytemäärä seerumilla on vain 20 µl.

Verinäytteenottoon kutsuttavat valittiin keväällä 2015 MOSI sisätyöympäristökyseleyn vastanneiden keskuudesta (n= 190), niin että ryhmässä olisi tasaisesti edustajia oireilevista ja ei-oireilevista, miehistä ja naisista, sekä eri työhuonetyypeistä. Kutsut lähtivät sähköpostitse kesäkuun 2015 loppupuolella 120 henkilölle. Näytteitä toivottiin saatavan 80 henkilöltä.

Näytteenotto oli järjestetty Työterveyslaitoksen tiloissa (Haartmaninkatu 1 C, Helsinki) välillä elo-lokakuu 2015 (näytteenottoaikaa pidennettiin, jotta saataisiin enemmän osallistujia tutkimukseen). Näytteet käsiteltiin ja pakastettiin myöhempää analysointia varten. Sähköpostitse lähteneessä kutsussa oli lyhyesti kerrottu projektista ja sen tavoitteista sekä miksi verinäytteitä kerätään ja minkä vuoksi kutsuttavalle lähetetään kutsu. Sähköpostiviestissä oli linkki projektin internet-sivuille ([www.ttl.fi/mosi](http://www.ttl.fi/mosi)), jossa kerrottiin enemmän tietoa hankkeesta sekä tutkimusprojektin henkilörekisteriseloste. Varauskalenteri ja käytännönohjeet olivat internetissä (salattu yhteys), linkki varausjärjestelmään lähetettiin henkilökohtaisen kutsun mukana. Käytännönohjeissa osallistujille oli määritelty terveydentilasta, että tutkimuspäivänä tulee terve, esim. flunssa tai muu sairaus, johon liittyy suun kautta otettava kortisoni- tai antibioottilääkitys voi aiheuttaa väärän tuloksen. Lisäksi oli tarkennettu, että raskaana olevien ei tule osallistua tutkimukseen.

Tutkimukseen osallistui yhteensä 32 henkilöä. Näistä miehiä on 10 ja naisia 22. Avotilassa työskenteleviä oli 19 ihmistä ja toimistohuoneissa 13 ihmistä (joista 5 ihmistä 1 hengen huoneissa ja 8 ihmistä 2-6 hengen huoneissa). Oireilusta (oireita 1-6) oli raportoinut 16 ihmistä, ja oireettomia oli 16. Naiset ja miehet jakautuvat tasaisesti oireileviin ja oireettomiin.



Potilaalta otettiin 8 ml verta geeli-seerumiputkeen (VACUETTE, 8 ml Z Serum Sep Clot Activator, REF 455071, Greiner Bio-One GmbH, Austria), mikä sentrifugoitiin 1800 G 10 min huoneen lämpötilassa seerumin erottamiseksi verisoluista. Seerumit siirrettiin 15 ml Falcon-putkiin, joista otettiin erikseen 400 µl erä 1,5 ml eppendorf-putkeen Luminex-määrityksiä varten. Seerumit siirrettiin heti +4 °C:n. Kahden tunnin sisällä näytteet siirrettiin -80 °C:n.

Tulehdusvälittäjäaineet: granulosyytti-makrofagi solulinjaa stimuloiva tekijä (GM-CSF), interferoniγ, interleukiini-10 (IL10), IL12 (p70), IL13, IL1β, IL2, IL4, IL5, IL6, IL7, IL8 ja tuumorinekroositekijä alfa (TNFα) määritettiin seerumista Luminex-menetelmällä käyttäen Human High Sensitivity T cell Magnetic Bead – 96-levyä (MILLIPLEX). Määritys tehtiin valmistajan ohjeen mukaisesti. Jokainen näyte mitattiin duplikaattina. Tulokset analysoitiin GraphPad Prism 5 -ohjelmalla (GraphPad Software inc.) käyttämällä paritonta t-testiä. P-arvoa < 0,05 pidettiin tilastollisesti merkittävänä.

### 3.5 Työympäristö- ja hyvinvointikysely sekä haastattelut

Tilojen käytettävyyttä, koettua hyvinvointia sekä sisäympäristöä ja siihen liitettyjä oireita tutkittiin henkilökunnalle toteutetun kyselytutkimuksen avulla. Kyselymenetelmä rakennettiin kolmen aiemmissa tutkimuksissa käytetyn menetelmän pohjalta (Reijula & Sundman-Digert 2004; Ruohomäki, Haapakangas ym. 2013; Nordin ja Andersson 2010 ).

Työympäristö- ja hyvinvointikyselyn (Ruohomäki, Haapakangas ym. 2013) teemoina olivat työn sisältö ja työn vaatimukset, työn tekemisen paikat, työtilojen käytettävyys, työ- ja työympäristötyytyväisyys, arvio työympäristön muutosprosessista ja sen vaikutuksista sekä työhyvinvointi.

Työterveyslaitoksen sisäilmastokyselyllä (Reijula & Sundman-Digert 2004) tutkittiin tilojen käyttäjien kokemia työympäristöön liitettyjä haittoja ja oireita kyselyä edeltäneen kolmen kuukauden ajalta. Kysely on kehitetty ns. MM-40 kyselyn (Andersson 1998) pohjalta.

QEEI-kysely (Miller & Prihoda 1999a, 1999b; QEEI-kyselylomake) käännettiin englannista suomeksi. Käännöksen oikeellisuus tarkistettiin kääntämällä kysely vielä takaisin englanniksi. Suomentamisen vastaavuus tarkistettiin myös ruotsinnoksen kanssa, joka oli saatu Steven Nordinin tutkimusryhmältä Uumajan yliopistosta. QEEI-kyselyllä selvitettiin herkkyyttä saada haittaoireita erilaisista ympäristömeke- miallisten yhdisteiden hajuista (Nordin ja Andersson 2010). Koko Työympäristö- ja hyvinvointikyselyn laajuuden vuoksi QEEI:stä valittiin tutkimukseen vain Kemikaalialtisteet (Chemical Exposures) -osio. Tällä kokeiltiin onko yksilön reaktioherkkyys yhteydessä sisäympäristöön liittyvään oireiluun ja voisiko tällaisia kysymyksiä hyödyntää osana työyhteisöille tehtävää sisäilmastokyselyä.



Helsingin yliopisto tiedotti kyselystä omilla intranet-sivuillaan sekä kohdekohtaisten yhteyshenkilöiden välityksellä. Kysely toteutettiin sähköisenä Digium-kyselynä ja lähetettiin keväällä 2015 kaikkiaan 332:lle yliopiston tiloissa työskentelevälle henkilölle. Kyselyn vastausaika oli 14.4. -11.5.2015. Kyselyyn vastaamattomille henkilöille lähetettiin kaksi muistutusta vastata kyselyyn. Vastausprosentti oli 57 % (n = 190). Aineiston käsittelyä varten tästä joukosta poistettiin 16 henkilöä, jotka työskentelivät huonetoimistoissa, joissa ei tehty mittauksia. Lopullinen tutkimusaineisto oli 174 henkilöä, joista 68 % (n=118) työskenteli monitilatoimistoissa (rakennukset A, B, C, E, F). Heistä 66 % oli naisia (ikä ka 43, vaihteluväli 24-70). Huonetoimistoissa (Rakennus D) työskentelevien osuus oli 32 % (naisia 55 %, ikä ka 44 vuotta (vaihteluväli 26-64). Eri rakennuksissa työskentelevien määrät on esitetty Taulukossa 1.

Taulukko 1. Vastanneet rakennuksen mukaan (n, %).

Rakennus	(n)	(%)
Kohde A	15	9
Kohde B	38	22
Kohde C	33	19
Kohde D	56	32
Kohde E	19	11
Kohde F	13	7
Yhteensä	174	100

Työympäristö- ja hyvinvointikyselyllä verrattiin monitilatoimistoissa työskentelevien eri käyttäjäryhmien kokemuksia tilojen käytettävyydestä. Käyttäjäryhmät luokiteltiin työn sisällön mukaan neljään ryhmään (päivittäin tai lähes päivittäin tehtävän työn mukaan) siten, että jokainen tutkittava kuului ainoastaan yhteen ryhmään. Muodostuneet ryhmät olivat: (1) opetus- ja tutkimustyötä tekevät, (2) asiakaspalvelutyötä/ asiantuntijatyötä tekevät (3) hallintotyötä tekevät ja (4) henkilöt, joiden tehtävänkuvaan kuului erilaisia tehtäväkombinaatioita opetus/tutkimus/asiantuntija/hallinto/ asiakaspalvelutehtäviä. Kyselyn tulokset analysoitiin IBM SPSS 20 -tilasto-ohjelmalla. Analyysimenetelminä käytettiin frekvenssi- ja prosenttijakaumia, keskiarvoja ja mediaaneja. Työn sisältöä kuvaavien ryhmien erojen tilastollista merkitsevyyttä tutkittiin Kruskal Wallisin, Mann Whitney-U –testeillä. Sukupuolten välisiä eroja tutkittiin ja  $\chi^2$  –testillä. Tilastollisesti merkitseväksi rajaksi asetettiin  $p < .05$ .

Sisäilmastokyselyllä tutkittiin erosivatko perinteisissä huonetoimistoissa ja monitilatoimistoissa työskentelevien kokemukset työympäristöhaitoista ja työhön liittyviä oireista. Lisäksi sisäilmastokyselyn tuloksia verrattiin Työterveyslaitoksen toimistotyöympäristöjä koskevaan vertailuaineistoon (Reijula & Sundman-Digert 2004). Vertailuaineistosta poikkeavana koettu haitta ja oireet viittaavat sisäilmasto-ongelmaan. Kyselyn perusteella voidaan arvioida käyttäjien kokemaa haittaa, mutta ei sen syitä eikä siihen liittyvää terveysvaaraa.

QEESIn Kemialliset tekijät-osion 10-kysymyksen vastauksista (vastausvaihtoehdot 0-10; ei haittaa – lamaavia oireita) laskettiin summamuuttuja (0-100 pistettä), jolla jaettiin vastaajat kahteen ryhmään: tavanomaisesti (< 39 pistettä) ja herkästi (> 40 pistettä) ympäristötekijöihin reagoivat. Katkaisupiste tälle osiolle valittiin aikaisempien tutkimusten perusteella: matala 0-19, keskimääräinen 20-39, korkea > 40 pistettä (Miller & Prihoda 1999a, 1999b, Hojo ym. 2003, 2008; Huang ym. 2014). Vain Kemikaalit-osion avulla ei voida määrittää monikemikaaliherkkyyttä, jonka arvio perustuu katkaisupistemäärän ylityksiin kolmessa QEESI-kyselyn osiossa: Kemikaalit- (>40 pistettä), Oireet- (>40 pistettä) ja Peittävyysindeksi-osio (>4) (Miller & Prihoda 1999a, 1999b).

Kyselytutkimusta täydennettiin avainhenkilöiden haastatteluilla, joiden tavoitteena oli taustoittaa kyselytutkimuksen tuloksia. Haastattelut toteutettiin touko-kesäkuussa 2015. Haastateltavina oli kahdeksan tilamuutosprosessin toteutukseen osallistunut henkilöä (kiinteistö- ja hallintojohto, HR, työsuojelu, työympäristökonsultointi, työterveyshuolto). Teemahaastattelujen aihealueina olivat tilamuutosprosessin tavoitteet ja niiden toteutuminen sekä tilasuunnittelun toteutusprosessi ja kokemukset sen toteutuksesta.

Tunnin mittaiset haastattelut nauhoitettiin ja litteroitiin. Litteroitujen aineistojen laajuus oli yhteensä 64 liuskaa (A4-koko). Haastatteluaineisto analysoitiin laadullisen sisällönanalyysin menetelmin (Ruusuvuori, Nikander & Hyvärinen 2010; Tuomi & Sarajärvi 2009). Vastaukset luokiteltiin erottelemalla aineistosta muutosprosessin tavoitteisiin ja tavoitteiden saavuttamiseen sekä muutosprosessin toteutukseen liittyviä kuvauksia. Saman merkityksen saaneet ilmaukset koottiin yhteen ja jaettiin teemoihin.

## 4 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

### 4.1 Sisäympäristöselvitykset kohteissa

#### 4.1.1 Rakennustekniset katselmukset

Rakennusteknisissä katselmuksissa tehtiin aistinvaraisia havaintoja mm. poikkeavista hajuista. Kosteuskartoituksessa ei tehty poikkeavia pintakosteushavaintoja.

*Taulukko 2. Rakennusteknisissä katselmuksissa tehtyjä poikkeamahavaintoja sisäilman laatuun liittyen.*

Kohde	Kerros	Tila	Sisäilman laatuun liittyvät poikkeamahavainnot	Muuta
A	4	Huone A.1	Hieman ummehtunut tai materiaaliemissioon viittaava haju	Koko kerroksessa hie- man ummehtunut ja tai materiaaliemissioi- hin viittaavaa haju
A	4	Huone A.2		Koko kerroksessa hie- man ummehtunut ja tai materiaaliemissioi- hin viittaavaa haju
A	4	Avotila A.3		Koko kerroksessa hie- man ummehtunut ja tai materiaaliemissioi- hin viittaavaa haju
B	6	Monitila B.1 ja B.2	Talotekniikan pystykanaalis- sa hajuhaitta, joka ei leviä työhuonetiloihin	
B	7	Avo- ja huone- toimisto B.3 ja B.4	Mineraavillakuitulähteitä avotilassa ja ilmavirtaus ylä- pohjasta sisätilaan päin sekä yläpohjaan liitettyä hajua alas lasketun katon takana	
C	1	Sisääntuloaula		
D	3	Huone D.1		Koko kerroksessa hie- man ummehtunut ja tai materiaaliemissioi- hin viittaavaa haju



D	3	Huone D.2		Koko kerroksessa hie- man ummehtunut ja tai materiaaliemissioi- hin viittaavaa haju
D	4	Neuvottelu D.3	Ummehtunut haju	Koko kerroksessa hie- man ummehtunut ja tai materiaaliemissioi- hin viittaavaa haju
D	4	Huone D.4	Hieman ummehtunut haju	Koko kerroksessa hie- man ummehtunut ja tai materiaaliemissioi- hin viittaavaa haju

Mahdollisia rakennusteknisiä riskejä ja sisäilman epäpuhtauslähteitä tarkastelluissa tiloissa (niissä tiloissa, joissa tehtiin myös hankkeen sisäilman laadun mittauksia), ja niihin suoraan liittyvissä tiloissa tai rakenteissa, ovat lähtötietojen ja kohteessa teh-tyjen havaintojen perusteella:

#### Kohde A:

- orgaaniset välipohjamateriaalit
- rakenteissa olevat vanhat vedeneristysmateriaalit (kivihiilipiki)
- vanhat rakenneaikaiset ilmanvaihtokanavat ja niissä ilmavirtojen mukana kulkeutu-  
vat mahdolliset epäpuhtaudet rakenteista ja mahdollisista epäpuhtaammista tiloista
- pystyhormit ja niissä ilmavirtojen mukana kulkeutuvat mahdolliset epäpuhtau-  
det rakenteista ja mahdollisesti epäpuhtaammista tiloista tiivistämättömien läpi-  
vientien tai hormien tarkastusluukkujen kautta
- hallitsemattomien ilmapuotoreittien kautta tulevat rakennusmateriaalien mah-  
dolliset epäpuhtaudet.

#### Kohde B:

- kerrosten välillä kulkevat pystykanavat ja niissä ilmavirtojen mukana kulkeutuvat  
mahdolliset epäpuhtaudet rakenteista ja mahdollisista epäpuhtaammista tiloista
- vanhat tulppaamattomat talotekniikan putket ja tiivistämättömät läpiviennit ra-  
kenteiden läpi
- hallitsemattomien ilmapuotoreittien kautta tulevat rakennusmateriaalien mah-  
dolliset epäpuhtaudet mm. yläpohjarakenne ja ulkoseinien rakenneliittymät
- alas laskettujen kattopintojen rakennusaikaiset pölyt ja pinnoittamattomat mine-  
raalivillakuitulähteet mm. revenneet tai teippaamattomat putkieristeet.

### Kohde C:

- ensimmäisen kerroksen aulatilán mikrobiperäinen haju viittaa tilassa tai tilán läheisyydessä olevaan mikrobiepäpuhtauslähteeseen
- kellarikerroksen kosteusteknisten ongelmien aiheuttamat mahdolliset epäpuhtaudet.

### Kohde D:

- orgaaniset välipohjamateriaalit
- rakenteissa olevat vanhat vedeneristysmateriaalit (kivihiilipiki)
- vanhat rakenneaikaiset ilmanvaihtokanavat ja niissä ilmavirtojen mukana kulkeutuvat mahdolliset epäpuhtaudet rakenteista ja mahdollisista epäpuhtaammista tiloista
- pystyhormit ja niissä ilmavirtojen mukana kulkeutuvat mahdolliset epäpuhtaudet rakenteista ja mahdollisesti epäpuhtaammista tiloista tiivistämättömien läpivientien kautta
- hallitsemattomien ilmavuotoreittien kautta tulevat rakennusmateriaalien mahdolliset epäpuhtaudet
- pystykuilujen tiivistämättömien läpivientien tai kerrosten välisten ilmayhteyksien mukana kulkeutuvat mahdolliset epäpuhtaudet
- joidenkin ulkoseinärakenteiden kosteus- ja lämpötekniisessä toiminnassa todetut puutteet (mahdollisien vaurioiden toteutumista ei ole tutkittu rakenneavauksin).

Tutkimuksessa tarkasteltujen yksittäisistä huoneista ja toimistotiloista tehdyt kenttähavainnot on yksilöity Taulukkoon 2.





#### 4.1.2 Sisäilmastoon liittyvät mittaukset

##### 4.1.2.1 Mikrobit

Sisäilman bakteeripitoisuudet kolmen mittausjakson aikana monitila- ja huonetoimistoissa on esitetty Taulukossa 3. Monitilatoimistossa pitoisuudet vaihtelivat välillä 12- 3 314 cfu/m<sup>3</sup> (geometrinen keskiarvo: 181 cfu/m<sup>3</sup>, n=31) ja huonetoimistossa välillä 7-1 020 cfu/m<sup>3</sup> (geometrinen keskiarvo 112 cfu/m<sup>3</sup>, n=12). Toimistoissa, joissa oli lattiamateriaalina tekstiilimatto, sisäilman bakteeripitoisuuden geometrinen keskiarvo oli 213 cfu/m<sup>3</sup> (n=22), kun vastaava arvo oli 116 cfu/m<sup>3</sup> (n=21) toimistoissa, joissa lattiamateriaalina oli linoleum.

Työpisteiden määrällä havaittiin yhteyttä sisäilman bakteeripitoisuuksiin eli sisäilma-bakteeripitoisuus oli korkeampi työtiloissa, joissa oli useita työpisteitä. Koko aineistossa yhden henkilön huoneissa sisäilman bakteeripitoisuuden geometrinen keskiarvo oli 79 cfu/m<sup>3</sup> (n=13) ja kahden tai useamman henkilön tiloissa vastaava arvo oli 215 cfu/m<sup>3</sup> (n=30). Tiloissa, joissa oli useampia työpisteitä, oli usein työntekijöiden käytössä vain pieni osa työpisteistä. On julkaistuja tuloksia, että ihmisten läsnäolo tilassa nostaa sisäilman bakteeripitoisuuksia, esim. Sessa ym. (2002) havaitsivat tyhjässä toimistotilassa 126 cfu/m<sup>3</sup> sisäilman bakteeripitoisuuden (aritmeettinen keskiarvo) ja vastaava arvo oli 493 cfu/m<sup>3</sup> ihmisten läsnä ollessa. Henkilöiden läsnäolo tilassa vaikuttaa sisäilman bakteerilajistoon, mutta tehokkaassa ilmanvaihdossa bakteerilajisto alkaa muistuttaa suurelta osin ulkoilman bakteerilajistoa (Meadow ym. 2014).

*Taulukko 3. Sisäilman bakteeripitoisuudet kolmen mittausjakson aikana monitila- ja huonetoimistoissa (taulukko on merkitty myös lattiamateriaali).*

Kohde	Bakteeripitoisuus ilmassa [cfu/m <sup>3</sup> ] (aktinomykeettipitoisuus)		
	1.	2.	3.
mittausjakso			
<b>Monitilatoimisto</b>			
Avotila (22 tp, tekstiilimatto) Kohde A	64	172	66
Avotila (22 tp, tekstiilimatto) Kohde A	52	193	54
Avotila (21 tp, tekstiilimatto) Kohde B	92	-	257
Avotila (11 tp, tekstiilimatto) Kohde B	158	-	483 (2)
Avotila (4 tp, tekstiilimatto) Kohde B	3314	-	-
Avotila (7 tp, tekstiilimatto) Kohde B	820	-	-
Avotila (12 tp, tekstiilimatto) Kohde C	325	596 (2)	335



Avotila (12 tp, tekstiilimatto) Kohde C	278	226 (2)	139
Avotila (4 tp, linoleum) Kohde C	304	115 (2)	888
Avotila (12 tp, tekstiilimatto) Kohde C	224	323	80
Huone (3 tp, linoleum) Kohde A	219 (2)	31	49
Huone (1 tp, linoleum) Kohde A	360	139	12
Puhelinkoppi (1 tp, tekstiilimatto) Kohde B	-	-	261
<b>geometrinen keskiarvo</b>	251	171	133
<b>minimi, maksimi</b>	52, 3314	31, 596	12, 888
<b>Huonetoimisto</b>			
Huone (2 tp, linoleum) Kohde D	1020	132	1013 (3)
Huone (1 tp linoleum) Kohde D	561	766	120
Huone (1 tp linoleum) Kohde D	59	35	28
Huone (1tp linoleum) Kohde D	49	28	7
<b>geometrinen keskiarvo</b>	202	100	70
<b>minimi, maksimi</b>	49,1020	28, 766	7, 1013

- = ei mittausta, tp =työpiste.

Suomessa on raportoitu koneellisella ilmanvaihdoilla varustetuissa huone- ja avotoimistotiloissa, että talviaikana sisäilman bakteeripitoisuuksien geometrinen keskiarvo on 62 cfu/m<sup>3</sup> (90 % mittaustuloksista oli alle 309 cfu/m<sup>3</sup> ja maksimipitoisuus 536 cfu/m<sup>3</sup>) (Salo-nen ym. 2007). Tässä tutkimuksessa havaittiin korkeampia sisäilman bakteeripitoisuuksia ja muutamia yli 600 cfu/m<sup>3</sup> sisäilman bakteeripitoisuuksia. Kahdessa kohteessa suositeltiin ilmanvaihdon säädön tarkistuksia, koska vähäistä poikkeamaa suunniteltuihin ilmamääriin oli havaittu pistokokein tehdyissä toteutuneissa ilmamäärämittauksissa. Kosteus- ja mikrobivaurioituneissa toimistorakennuksissa on raportoitu olevan korkeampia (maksimi 1551 cfu/m<sup>3</sup>, ja 90 % persentiili 582 cfu/m<sup>3</sup>) sisäilman bakteeripitoisuuksia kuin vaurioitumattomissa toimistoissa (Salonen ym. 2007).

Puolassa, Italiassa ja Belgiassa (Bouillard ym. 2005, Bonetta ym. 2010, Glofit-Szymczak & Gorny 2010) on mitattu vähän matalampia sisäilman bakteeripitoisuuksia toimistoissa kuin tässä tutkimuksessa. Yhdysvaltalaisissa tutkimuksissa toimistorakennusten sisäilman bakteeripitoisuudet talvella olivat hyvinkin matalia, alle 140 cfu/m<sup>3</sup> (Reynolds ym. 2001, Tsai & Macher 2005). Yhdysvaltalaisessa poikkileikkaustutkimuksessa tutkittiin 100 toimistorakennuksen ilman bakteeripitoisuuksia, 4782 näytettä mukaan



lukien ulkoilmanäytteet. Rakennukset edustivat koko toimistorakennuskantaa siten, että tutkimukseen ei otettu pahiten kosteusvaurioituneita rakennuksia. Näytteistä 41 % bakteeripitoisuus oli alle määritysrajan. Talvella sisäilman bakteeripitoisuus oli 87 cfu/m<sup>3</sup>, kesällä 116 cfu/m<sup>3</sup>. Tulokset on esitetty myös eri ilmastovyöhykkeittäin; esimerkiksi vyöhykkeellä, jossa talvi on viileä ja kesä kostea ja kohtuullisen lämmin, bakteeripitoisuudet olivat talvella 59 cfu/ m<sup>3</sup> ja kesällä 125 cfu/m<sup>3</sup>. (Tsai & Macher 2005)

Belgialaisessa tutkimuksessa (Bonetta ym. 2010) havaittiin alhaisempia sisäilman bakteeripitoisuuksia tiloissa, joissa oli tekstiilimatto kuin tiloissa, joissa oli synteettinen lattiapinnoite.

Sisäilman endotoksiinipitoisuudet kolmen mittausjakson aikana monitila- ja huonetoimistoissa on esitetty Taulukossa 4. Pitoisuudet olivat alle määritysrajan tai sen tuntumassa, yhtä mittausta lukuun ottamatta. Monitilatoimiston yhden työpisteen tilassa havaittiin 3,7 EU/m<sup>3</sup> endotoksiinipitoisuus, joka poikkesi muusta mittausaineistosta. Tilassa oli ollut aiemmin kosteusvaurio, joka oli kuitenkin korjattu kiinteistöön liittyvien taustatietojen mukaan. Pitoisuus on samaa tasoa, mitä Yhdysvaltalainen tutkimus raportoi geometrisiä keskiarvoja endotoksiinipitoisuuksia kuudesta koneellisesti ilmastoiduista toimistorakennuksen sisäilmasta talvi aikana (Reynolds ym. 2001). Sisäilman endotoksiinipitoisuuksista toimistorakennuksissa löytyi erittäin vähän tutkimuksia kirjallisuushaulla (mm. MEDLINE). Kosteusvauriorakennuksissa on raportoitu olevan korkeampia sisäilman endotoksiinipitoisuuksia kuin vertailurakennuksissa (ei kosteusvaurioita) (Tsai SM 2001). Asuntojen ja koulujen sisäilmasta on mitattu korkeampia sisäilman endotoksiinipitoisuuksia, mitä tässä tutkimuksessa havaittiin (Menetrez ym. 2009, Mazique ym. 2011, Frankel ym. 2012, Salonen ym. 2013).

*Taulukko 4. Sisäilman endotoksiinipitoisuudet kolmen mittausjakson aikana monitila- ja huonetoimistoissa (taulukko on merkitty myös lattiamateriaali)*

	Endotoksiinipitoisuus ilmassa [EU/m <sup>3</sup> ]			Endotoksiinipitoisuus lattialla [EU/m <sup>2</sup> ]		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.
mittausjakso						
<b>Monitilatoimisto</b>						
Avotila (22 tp, tekstiilimatto) Kohde A	<1,2	< 1,1	<1,3	16	11	50
Avotila (22 tp, tekstiilimatto) Kohde A	<1,3	< 1,2	<1,3	23	27	180
Avotila (21 tp, tekstiilimatto) Kohde B	<1,0	-	<1,2	53	-	60
Avotila (11 tp, tekstiilimatto) Kohde B	<1,0	-	<1,2	46	-	95



Avotila (4 tp, tekstiilimatto) Kohde B	<1,0	-	-	55	-	-
Avotila (7 tp, tekstiilimatto) Kohde B	<1,0	-	-	13	-	-
Avotila (12 tp, tekstiilimatto) Kohde C	<1.2	< 1,3	<1,2	48	1205	86
Avotila (12 tp, tekstiilimatto) Kohde C	<1.3	< 1,3	0,93	99	1540	94
Avotila (4 tp, linoleum) Kohde C	<1.4	< 1,3	<1,3	55	1065	177
Avotila (12 tp, tekstiilimatto) Kohde C	<1.4	< 1,3	<1,3	480	1540	138
Huone (3 tp, linoleum) Kohde A	<1,3	< 1,1	<1,2	-	175	65
Huone (1 tp, linoleum) Kohde A	3,7	< 1,2	<1,3	37	12	50
Puhelinkoppi (1 tp, tekstiilimatto) Kohde B	-	-	<1,3	-	-	17
<b>geometrinen keskiarvo</b>				48	193	77
<b>minimi</b>				13	11	17
<b>maksimi</b>				480	1540	180
<b>Huonetoimisto</b>	(n=4)					
Huone (2 tp, linoleum) Kohde D	<1.3	< 1,2	<1,3	<3.3	6.5	53
Huone (1 tp, linoleum) Kohde D	<1.2	< 1,1	<1,3	7.1	34	120
Huone (1 tp, linoleum) Kohde D	<1.3	< 1,2	1.1	3.9	34	14
Huone (1 tp, linoleum) Kohde D	<1.2	< 1,3	<1,3	5.2	11	67
<b>geometrinen keskiarvo</b>				5	17	49

- = ei mitausta, tp =työpiste

**Lattioilta kerätyissä laskeutuneen pölyn näytteissä endotoksiinipitoisuudet** (Taulukko 4.) vaihtelivat välillä 11 – 1 540 EU/m<sup>2</sup> (geometrinen keskiarvo 82 EU/m<sup>2</sup>, n=30) monitilatoimistoissa ja välillä <3,3 - 120 EU/m<sup>2</sup> (geometrinen keskiarvo 16 EU/m<sup>2</sup>, n=12) huonetoimistoissa. Eroa selittää eniten kohteesta C (monitilatoimisto) mitausjaksolla 2 mitatut selvästi muuta aineistoa korkeammat endotoksiinipitoisuudet. Lukuun ottamatta 2 mittausjakson yhden kohteen poikkeavia pitoisuuksia, pitoisuuksien geometrinen keskiarvo olisi 54 EU/m<sup>2</sup> monitilatoimistoissa eli pitoisuudet ovat vähän korkeampia monitilatoimistoissa kuin huonetoimistoissa. Poikkeaman oletet-

tiin liittyvän esim. siivoukseen, eikä tilatyyppeihin, koska vastaavia poikkeamia ei havaittu mittausjaksoilla 1 ja 3. Suomesta ei ole julkaistu artikkeleita kirjallisuushaun mukaan endotoksiinipitoisuuksia toimistojen laskeutuneessa pölyssä. Verrattuna ulkomaisiin tutkimuksiin (tarkemmin viitteineen seuraavissa kappaleissa) tässä hankkeessa havaittuja endotoksiinitasoja voidaan pitää alhaisina, lukuun ottamatta 2 mittausjakson yhtä monitilatoimistokohdetta.

Koko aineiston osalta tässä tutkimuksessa havaittiin korkeampia endotoksiinipitoisuuksia tiloissa, joissa oli tekstiilimatto (geometrinen keskiarvo 82 EU/m<sup>2</sup>, n=22) kuin tiloissa, joissa oli linoleum lattiapinnoite (geometrinen keskiarvo 31 EU/m<sup>2</sup>, n= 20). Työtiloissa, joissa oli useampia työpisteitä, havaittiin korkeampia endotoksiinipitoisuuksia (geometrinen keskiarvo 79 EU/m<sup>2</sup>, n=29) kuin työtiloissa, joissa oli vain yksi työpiste (geometrinen keskiarvo 20 EU/m<sup>2</sup>, n= 13).

Yhdysvaltalaisessa tutkimuksessa mitattiin isosta 20-kerroksisesta kosteusvaurioituneissa toimistorakennuksissa lattiapölystä endotoksiinipitoisuuksia. Tilat jaettiin mikrobialtisteen mukaan kolmeen altistumisluokkaan, jossa endotoksiinipitoisuuksien aritmeettinen keskiarvo oli 700 EU/m<sup>2</sup> altistumisluokassa matala, 2 400 EU/m<sup>2</sup> luokassa kohtalainen ja 6 700 EU/m<sup>2</sup> luokassa korkea. (Platts-Mills ym. 2005, Park JH ym. 2006). Seurantatutkimuksessa samaisessa kosteusvaurioituneessa toimistorakennuksessa, jossa oli tehty merkittäviä kosteusvauriokorjauksia, löytyi lattian pintapölystä keskimäärin (GM) 12 891 EU/m<sup>2</sup> (vaihteluväli 703 - 32 537 EU/m<sup>2</sup>) endotoksiinipitoisuuksia. (Akpınar-Elci, White ym. 2013) Belgialaisessa tutkimuksessa määritettiin ke-säaikana kuudesta, ei sisäilmaongelmaisesta, toimistorakennuksesta lattiapölyn endotoksiinipitoisuudet, jotka vaihtelivat välillä 304 - 21 864 EU/m<sup>2</sup> (mediaani 6 079 EU/m<sup>2</sup>) ja pölymassaa kohti vastaavasti 4.6 - 116,2 EU/mg (mediaani 20,3 EU/mg). Rakennuksissa ei ollut koneellista ilmanvaihtoa, mikä vaikeuttaa vertaamista tämän hankkeen mittauksiksi. (Bouillard, Michel ym. 2005)

Ulkomaisten koulu- ja asunto tutkimusten mukaan endotoksiinipitoisuuksia laskeutuneessa pölyssä yleensä kohottaa kissan ja/tai koiran pito lemmikkinä ja tupakan savu. Vastaavasti pitoisuuksia yleensä laskee siivous ja ilmastoinnin käyttö. Tekstiilimattoihin on havaittu kerääntyvän enemmän endotoksiinia pinta-alaa kohti verrattuna tiloihin, joissa ei ole tekstiilimattoja (vastaavaa eroa ei tutkimuksissa ole useimmiten havaittu, kun pitoisuudet lasketaan pölyn massapitoisuutta kohti). Henkilölukumäärän yhteydestä laskeutuneen pölyn endotoksiinipitoisuuksiin on julkaistu olevan yhteyttä ja toisaalta joissakin tutkimuksissa ei ole havaittu yhteyttä. (Gereda ym. 2001, Foarde, & Berry 2004, Larsson ym. 2004, Perzanowski, ym. 2006, Mazique ym. 2011, Ownby ym. 2013)



#### 4.1.2.2 Allergeenit

Lattioilta kerätyissä laskeutuneen pölyn näytteissä pölypunkki-allergeenipitoisuudet (Taulukko 5.) vaihtelivat välillä <2 - 50 ng/g pölyä (n=13) monitilatoimistoissa ja välillä <2-9 ng/g pölyä (n=5) huonetoimistoissa. Näytteistä määritettiin huonepölypunkkien (*Dermatophagoides pteronyssinus* eli Der p ja *Dermatophagoides farinae* eli Der f) ja ristireagoivat ryhmän 2-huonepölypunkki-allergeenit (esim. Der p2 ja Der f2). Tiloissa, joissa oli tekstiilimatto, pitoisuudet vaihtelivat välillä <2 – 50 ng/g pölyä (n=11), ja tiloissa, joissa oli lattiamateriaalina linoleum tai irrallinen matto, pitoisuudet vaihtelivat välillä <2 – <12 ng/g pölyä (n=7). Korkeampia punkki-allergeenipitoisuuksia löytyi useammin monitilatoimistoista, mutta kaikki mitatut pitoisuudet olivat selvästi alle analyysilaboratorion antaman viitearvon (2 000 ng/g) ja hyvin alhaisia kirjallisuustietoon verrattuna.

Laajassa yhdysvaltalaisessa tutkimuksessa tutkittiin 92 toimistosta (pölynäytteitä 251) allergeeneja lattiapölystä. Punkki-allergeeneja (Der f1 ja Der p1) löytyi noin puolesta tutkituista toimistoista ja näytteistä; pitoisuudet vaihtelivat välillä <0.01-53 µg/g, mediaani 0.02 (Der f1) - 0.03 (Der p1) µg/g. Mitatut punkki-allergeenit olivat pääsääntöisesti korkeampia talvella. Herkistymisraja punkki-allergeeneille, 2 µg/g, ylittyi vain 7 näytteessä (5 toimistossa). (Macher, Tsai ym. 2005). Raportoidut pitoisuuksien mediaanit ovat samaa tasoa kuin tässä tutkimuksessa havaitut tasot (geometrisen keskiarvo vaihteli mittausjaksoilla Derf1 3-18 ng/g ja DerP1 3-19 ng/g ja mediaani vastaavasti 3-21 ja 4-21 ng/g). Malesialaisessa 35 toimistohuoneen lattian punkki-allergeenipitoisuuksia käsittelevän tutkimuksen mediaanit olivat korkeampia kuin tässä hankkeessa havaitut: Der p1 -allergeenin mediaanipitoisuus oli noin 560 ng/g pölyä ja Der f1 -allergeenin mediaanipitoisuus noin 660 ng/g pölyä.

*Taulukko 5. Lattioilta kerättyjen laskeutuneen pölyn näytteiden pölypunkki-allergeenipitoisuudet monitilatoimistoissa ja huonetoimistoissa (taulukko on merkitty myös lattiamateriaali).*

	Pölypunkki Der p [ng/g]			Pölypunkki Der f [ng/g]			Pölypunkki Der f [ng/g]		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.
mittausjakso									
Monitilatoimisto									
Avotila (22 tp, tekstiilimatto) Kohde A	<6	<2	50	<6	<2	50	<2	2	<10
Käytävä Kohde A (irtomatto)	-	<2	-	-	3	-	-	3	-
Huone (1 pp, linoleum) Kohde A	-	-	<12	-	-	<12	-	-	<4



Avotila (12 tp, tekstiilimatto) Kohde C	10	5	10	<6	<3	<6	10	5	10
Avotila (4 tp, linoleum) Kohde C	-	<6	<6	-	<6	<6	-	<2	<2
Avotila (21 tp, tekstiilimatto) Kohde B	-	-	50	-	-	50	-	-	<10
Avotila (11 tp, tekstiilimatto) Kohde B	-	-	30	-	-	30	-	-	<6
Avotila (7 tp, tekstiilimatto) Kohde B	<6	-	-	<6	-	-	< 2	-	-

### Huonetoimisto

Huone (2 tp, linoleum) Kohde D	-	<6	<12	-	<6	<12	-	<2	<4
Neuvottelutila (irtomatto) Kohde D	<6	-	-	<6	-	-	<2	-	-
kirjasto/olohuone (irtomatto) Kohde D	-	<3	6	-	<3	9	-	5	3

Kansainvälisesti käytetyt viitearvot punkkiallergeenimäärille (Der p 1 ja Der f 1) hienopölyssä ovat herkistymiselle 2 000 ng allergeenia pölygrammaa kohti ja akuutille oireilulle 10 000 ng allergeenia pölygrammaa kohti. Jos näytteestä löytyy enemmän kuin 2 000 g allergeenia pölygrammaa kohti, on ihmisillä mahdollisuus herkistyä punkkiallergeenille. Jos näytteestä löytyy enemmän kuin 10 000 ng allergeenia pölygrammaa kohti, voivat aiemmin punkeille herkistyneet ihmiset saada akuutteja oireita. (Platts-Mills ym. 1992).

Lattioilta kerätyissä laskeutuneen pölyn näytteissä kissa-allergeenipitoisuudet (Taulukko 6.) vaihtelivat välillä 10 - 689 ng/g pölyä (n=13) monitilatoimistoissa ja välillä 40 - 348 ng/g pölyä (n=5) huonetoimistoissa sekä vastaavissa näytteissä koira-allergeenipitoisuudet (Taulukko 6.) vaihtelivat välillä 40 - 370 ng/g pölyä monitilatoimistoissa ja välillä 30 - 336 ng/g pölyä huonetoimistoissa. Analyyseistä vastanneen laboratorion antama viitearvo kissa- ja koira-allergeeneille on 200 ng/g pölyä. Tämän arvon ylittäviä pitoisuuksia mitattiin monitilatoimiston avotiloista (vähintään 4 työpistettä) ja ns. kirjastosta/olohuoneesta huonetoimistoksi luokitellusta tilasta eli tyyppillistä näille tiloille oli tilan käyttö useamman henkilön toimesta. Kissa-allergeenien herkistymisraja on 1 000 ng/g ja koira-allergeenien herkistymisraja on 2 000 ng/g pölyä (Chatzidiakou ym. 2015), tässä tutkimuksessa mitatut pitoisuudet jäivät herkistymisrajoja alhaisemmiksi.



*Taulukko 6. Lattioilta kerättyjen laskeutuneen pölyn näytteiden kissa- ja koira-allergeenipitoisuudet monitilatoimistoissa ja huonetoimistoissa (taulukko on merkitty myös lattiamateriaali).*

	Kissa Feld d [ng/g]			Koira Can f [ng/g]		
mittausjakso	1.	2.	3.	1.	2.	3.
Monitilatoimisto						
Avotila (22 tp, tekstiilimatto) Kohde A	20	78	120	70	86	70
Käytävä Kohde A (irtomatto)	-	147	-	-	111	-
Huone (1 pp, linoleum) Kohde A	-	-	20	-	-	40
Avotila (12 tp, tekstiilimatto) Kohde C	80	30	40	420	145	50
Avotila (4 tp, linoleum) Kohde C	-	20	10	-	160	370
Avotila (21 tp, tekstiilimatto) Kohde B	-	-	205	-	-	135
Avotila (11 tp, tekstiilimatto) Kohde B	-	-	689	-	-	96
Avotila (7 tp, tekstiilimatto) Kohde B	190	-	-	590	-	-
Huonetoimisto						
Huone (2 tp, linoleum) Kohde D	-	110	40	-	30	120
Neuvottelutila (irtomatto) Kohde D	150	-	-	120	-	-
kirjasto/olohuone (irtomatto) Kohde D	-	190	348	-	205	336

Lontoolaisessa tutkimuksessa mitattiin talvella ja kesällä koulujen luokkahuoneissa kissa-allergeenipitoisuuksia 0-1 762 ng/g, AM 268) ja koira-allergeenipitoisuuksia (0-680 ng/g, AM 50 ng/g) pölystä, joka oli kerätty lattioilta, pöytien ja tuolien pinnoilta. Pölyn koira-allergeenipitoisuudet olivat korkeampia tekstiilimattotiloissa. Vastaavaa yhteyttä ei havaittu kissa-allergeenipitoisuuksissa. (Chatzidiakou ym. 2015). Laajas- ja yhdysvaltalaisessa tutkimuksessa tutkittiin 92 toimistosta (pölynäytteitä 251) allergeeneja lattiapölystä. Kissa-allergeeneja löytyi 91 toimistosta 235 näytteestä: pitoisuudet vaihtelivat välillä <0.01-19 µg/g, mediaani 0.3 µg/g. Herkistymisraja, 1 µg/g, ylittyi 56 näytteessä. (Macher ym. 2005).

Suomalaisessa kahdessa kerrostaloasunnossa, joissa toisessa sallittiin kotieläinten pito ja toisessa ei, mitattiin hyvin alhaisia, lähellä määritysrajaa olevia, punkkiallergeenipitoisuuksia laskeutuneessa pölyssä molemmissa asunnoissa (82 % näytteistä oli alle määritysrajan). Asunnossa, jossa ei ollut lemmikkieläimiä, kissa-allergeenit vaihtelivat laskeutuneessa pölyssä välillä 0,04-0,6 µg/g ja koira-allergeenit 0,1-6,6 µg/g pölyä. Asunnossa, jossa sallittiin lemmikkieläinten pito, kissa-allergeenit vaihtelivat laskeutuneessa pölyssä välillä 0,09- 90 µg/g ja koira-allergeenit 0,03- 3 111 µg/g pölyä. (Tuomainen, Tuomainen ym. 2003)





Kissa- ja koira-allergeenipitoisuudet ovat kouluissa yleensä korkeampia kuin kodeissa, joissa ei ole lemmikkieläimiä. On havaittu, että pitoisuuksiin vaikuttaa se, kuinka monella oppilaalla on kotona kissa tai koira. Korkeita kissa- ja koira-allergeenipitoisuuksia (yli 8-10 µg/g) mitataan yleensä kodeissa, joissa on kissa tai koira, mutta myös kouluissa on mitattu vastaavia pitoisuuksia. Kissa- ja koira-allergeenejä löytyy lähes aina myös kodeista, joissa lemmikkieläimenä ei ole kissaa tai koira: allergeenit voivat olla peräisin aiemmin pidetyistä lemmikkieläimistä tai allergeenit voivat kulkeutua esim. vaatteiden kautta sisätiloihin. (Starck, Kalliokoski, Kangas ym. 2008)

#### 4.1.2.3 Teolliset mineraalikuidut ja hiukkaset

Teollisia mineraalikuitumäärytyksiä varten kerättiin 1. mittausjaksolta kaikista kohteista kahden viikon ajan laskeutunutta pölyä työtiloista yhteensä 16 näytettä. Yhdessäkään näytteessä ei havaittu teollisia mineraalikuituja. Kohteessa B havaittiin mahdollisia mineraalivillakuitulähteitä epätiivisiin yläkaton takana. Villakuitumäärytyksiä ei tehty enää 2. ja 3. mittauskerralla, koska 1. mittausjakson tuloksissa ei kuituja havaittu. Pölynkoostumusnäytteitä kerättiin kohteista A, F ja C 2. mittauskierroksella. Näytteet sisälsivät tavanomaista lähinnä tekstiili- ja huonepölystä sekä hilsehiukkasista koostuvaa huonepölyä; teollisia mineraalikuituja ei havaittu näissäkään näytteissä.

Ilman keskimääräiset hiukkaspitoisuudet kokoluokissa  $\geq 0,5 \mu\text{m}$  ja  $\geq 5\mu\text{m}$  on esitetty Taulukossa 7. Tarkastelu on tehty kahdessa kokoluokassa ( $\geq 0,5 \mu\text{m}$  ja  $\geq 0,5 \mu\text{m}$ ) sekä arkipäiviltä klo 8–17.

Taulukko 7. Ilman keskimääräiset hiukkaspitoisuudet.

Keskimääräinen ilman hiukkaspitoisuus [dm-3]						
jakso	1. (n=6)		2. (n=3)		3. (n=5)	
<b>Monitilatoimisto</b>	$\geq 0,5\mu\text{m}$	$\geq 5\mu\text{m}$	$\geq 0,5\mu\text{m}$	$\geq 5\mu\text{m}$	$\geq 5\mu\text{m}$	$\geq 5\mu\text{m}$
keskiarvo	807	4	911	2	962	6
minimi keskiarvo	397	1	163	0	649	3
maksimi keskiarvo	1529	7	1095	3	1454	11
maksimipitoisuus	5109	54	2311	23	2193	158
<b>Huonetoimisto</b>	1. (n=2)		2. (n=2)		3. (n=2)	
keskiarvo	1339	2	353	1	506	3
minimi keskiarvo	1231	3	287	1	464	2
maksimi keskiarvo	1446	2	419	1	547	3
maksimipitoisuus	3790	66	1116	33	2193	72



Suomessa on kansalliseksi standardiksi vahvistettu SFS-EN ISO 14644-1:1999 Puhdastilat ja puhtaat alueet, osa 1: puhtausluokitus. Standardi määrittelee puhtaiden tilojen eri puhtausluokkia (1–9). Luokitusta voidaan käyttää mm. mikroelektroniikka-teollisuudessa ja terveydenhuollossa. Luokat määritellään hiukkasten kokojakauman ja lukumäärän mukaan. Kokemuksemme mukaan toimistorakennukset melko helposti täyttävät luokan 8 vertailuarvot, jolloin hiukkaspitoisuus on korkeintaan  $3520 \text{ kpl } (\geq 0,5 \text{ }\mu\text{m})/\text{dm}^3$  ja  $29 \text{ kpl } (\geq 5 \text{ }\mu\text{m})/\text{dm}^3$ .

Työterveyslaitoksen tutkimusten mukaan toimistojen sisäilman hiukkaspitoisuudet ovat olleet keskimäärin pääkaupunkiseudulla virka-aikana  $\geq 0,5 \text{ }\mu\text{m}$  hiukkasten osalta  $1500\text{--}1900 \text{ kpl}/\text{dm}^3$  ja  $\geq 5 \text{ }\mu\text{m}$  hiukkasten osalta  $25\text{--}40 \text{ kpl}/\text{dm}^3$ . Nämä viitteelliset hiukkastasot ovat suuntaa antavia ja niihin vaikuttaa tuloilman suodatuksen taso, ulkoilman hiukkaspitoisuus ja sisäiset hiukkaslähteet.

Mittausjaksoilla hiukkaspitoisuuksien ( $\geq 0,5 \text{ }\mu\text{m}$ ) keskiarvot vaihtelivat monitilatoimistoissa  $160\text{--}1530 \text{ kpl}/\text{dm}^3$  välillä ja huonetoimistoissa  $290\text{--}1450 \text{ kpl}/\text{dm}^3$  välillä. Hiukkaspitoisuuksien ( $\geq 5 \text{ }\mu\text{m}$ ) keskiarvot vaihtelivat monitilatoimistoissa  $0\text{--}11 \text{ kpl}/\text{dm}^3$  välillä ja huonetoimistoissa  $1\text{--}3 \text{ kpl}/\text{dm}^3$  välillä. Tasoltaan pitoisuudet olivat SFS-EN ISO 14644-1:1999 luokitukseen verrattuna sisäilmassa työaikana keskimäärin selvästi alle luokan 8 vertailuarvon ja myös Työterveyslaitoksen pääkaupunkiseudulla tekemiin mittauksiin nähden tavanomaisella toimistoista mitatulla tasolla.

Toimistotyyppisissä tiloissa pienempien ( $\geq 0,5 \text{ }\mu\text{m}$ ) hiukkasten pitoisuuteen vaikuttaa voimakkaasti ulkoilman pitoisuuden vaihtelu. Suurempien ( $\geq 5 \text{ }\mu\text{m}$ ) hiukkasten pitoisuuksia kohottaa puolestaan lähinnä ihmisen toiminta eli esimerkiksi vaatteista, paperien siirtelystä, liikkumisen vaikutuksesta yms. irtoavat hiukkaset.

Ajoittain sisäilman hiukkaspitoisuudet nousivatkin edellä mainittuja viitearvoja korkeammaksi. Kokoluokan  $\geq 0,5 \text{ }\mu\text{m}$  maksimipitoisuus oli työaikana monitilatoimistoissa  $5110 \text{ kpl}/\text{dm}^3$  ( $8840 \text{ kpl}/\text{dm}^3$  koko mittausaikana) ja vastaavasti huonetoimistoissa  $3790 \text{ kpl}/\text{dm}^3$  ( $5180 \text{ kpl}/\text{dm}^3$ ) mittausjaksolla 1. Kuvaajissa 1 ja 2 on esitetty hiukkaspitoisuuden vaihtelu suhteessa ulkoilman pitoisuuteen monitilatoimiston avotilassa ja perinteisessä toimistohuoneessa mittausjaksolla 1.



Kuvio 1. Esimerkki sisä- ja ulkoilman hiukkaspitoisuuden vaihtelusta monitilatoimistossa.



Kuvio 2. Esimerkki sisä- ja ulkoilman hiukkaspitoisuuden vaihtelusta huonetoimistossa.

Sisä- ja ulkoilman hiukkaspitoisuuksien välistä suhdetta (I/O) on tarkasteltu kokoluokissa:  $\geq 0,3 \mu\text{m}$ ,  $\geq 0,5 \mu\text{m}$ ,  $\geq 1 \mu\text{m}$  ja  $\geq 5 \mu\text{m}$ . I/O-suhteen keskiarvot, minimi ja maksimikeskiarvo ja maksimi on esitetty Taulukossa 8. Pienempi I/O-suhde tarkoittaa pienempää sisäilman hiukkaspitoisuutta ulkoilman hiukkaspitoisuuteen nähden. Mikäli I/O-suhde on yli yhden, tarkoittaa se sisäilman hiukkaspitoisuuden olevan suurempi kuin ulkoilman ja viittaa sisäympäristön hiukkaslähteisiin.

Mittausjaksoilta lasketut sisä- ja ulkoilman väliset hiukkaspitoisuuksien suhteet (I/O) on esitetty Taulukossa 8.

Taulukko 8. Sisä- ja ulkoilman välisien hiukkaspitoisuuksien suhteet (I/O).

	Sisä- ja ulkoilman hiukkaspitoisuuksien välinen suhde			
	$\geq 0,3\mu\text{m}$	$\geq 0,5\mu\text{m}$	$\geq 1,0\mu\text{m}$	$\geq 5\mu\text{m}$
<b>Monitilatoimisto</b> (n=11)				
keskiarvo	0.44	0.26	0.21	0.98
minimi keskiarvo	0.28	0.12	0.06	0.12
maksimi keskiarvo	0.72	0.54	0.47	2.34
maksimi	13.36	2.39	5.15	54.00
<b>Huonetoimisto</b> (n=6)				
keskiarvo	0.39	0.18	0.11	0.55
minimi keskiarvo	0.32	0.14	0.08	0.05
maksimi keskiarvo	0.51	0.21	0.14	1.26
maksimipitoisuus	1.84	0.57	1.83	48.00

Sisäilman I/O-suhde (kokoluokat  $\geq 0,3 \mu\text{m}$ ,  $\geq 0,5 \mu\text{m}$  ja  $\geq 0,1 \mu\text{m}$ ) olivat monitilatoimistoissa hiukkaskoosta riippuen keskimäärin 0,21–0,44 ja perinteisissä toimistohuoneissa vastaavasti 0,11–0,39. Matala I/O-suhde viittaa tuloilman suodatuksen toimivuuteen. Mittausjaksojen välillä rakennuksissa ei tapahtunut I/O-suhteen osalta merkittäviä muutoksia.

#### 4.1.2.4 Fysikaaliset tekijät

Ilman keskimääräinen lämpötila ja suhteellinen kosteus mittausjaksoilla on esitetty Taulukossa 9. Taulukon arvot on laskettu arkipäiviltä kello 8-17 väliltä.

*Taulukko 9. Ilman keskimääräinen lämpötila ja suhteellinen kosteus.*

	Ilman keskimääräinen lämpötila [°C]			Ilman keskimääräinen suhteellinen kosteus [%]		
jakso	1.	2.	3.	1.	2.	3.
<b>Monitilatoimisto</b>	(n=10)	(n=6)	(n=9)	(n=10)	(n=6)	(n=7)
keskiarvo	22.9	23.2	22.9	22	26	20
minimi	21.6	22.5	21.9	18	24	17
maksimi	25.2	24.5	24.0	26	28	25
<b>Huonetoimisto</b>	(n=4)	(n=4)	(n=4)	(n=4)	(n=4)	(n=3)
keskiarvo	22.6	22.3	22.8	23	27	19
minimi	21.1	20.6	22.3	22	26	18
maksimi	23.6	23.1	23.3	25	30	19

Suomen Rakentamismääräyskokoelmassa (RakMK D2, 2012) huonelämpötilan lämmityskauden suunnitteluarvoksi on annettu  $21\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$  ja kesäkaudella  $23\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ . Rakennuksen käyttöaikana ei oleskeluvyöhykkeen lämpötila saa yleensä olla korkeampi kuin  $25\text{ °C}$ .

Sisäilmastoluokituksessa (Sisäilmastoluokitus 2008) on annettu puolestaan tavoitearvoja operatiiviselle lämpötilalle. Usein kuitenkin voidaan tarkastella huonelämpötilaa, jos pintojen lämpötilat eivät selvästi poikkea siitä. Luokitus on kolmiportainen S1, S2 ja S3. S1 on paras luokka ja S3 vastaa lähinnä tyydyttävää sisäilmantasa. Operatiivisen lämpötilan tavoitearvot ovat S1:  $21,5\text{ °C}^*$ , S2:  $21,5\text{ °C}$  ja S3:  $21\text{ °C}$ . (\*S1 luokassa operatiivisen lämpötilan on oltava tila/huoneistokohtaisesti aseteltavissa).

Ilman keskimääräiset lämpötilat vaihtelivat työaikana monitilatoimistoissa  $21,6\text{--}25,2\text{ °C}$  välillä ja huonetoimistoissa  $21,1\text{--}23,6\text{ °C}$  välillä. Yleisesti mitatut lämpötilat olivat sekä monitila- että huonetoimistoissa pääosin hieman sisäilmastoluokituksen S2-luokan tavoitearvoa  $21,5\text{ °C}$  korkeampia. Monitilatoimistojen osalta erottui yksi avotila, jossa oli muita tiloja korkeampi sisäilman lämpötila. Jaksojen työaikaiset maksimikeskiarvot  $24,0\text{--}25,2\text{ °C}$  mitattiin tästä avotilasta. Yhdessä perinteisessä toimistohuoneessa keskiarvot työaikana olivat tavoitearvoa hieman matalampia minimi keskiarvon ollessa  $20,6\text{ °C}$ .



Ilman keskimääräinen suhteellinen kosteus vaihteli työaikana monitilatoimistoissa 17–28 % välillä ja huonetoimistoissa 18–30 % välillä. Toimistotiloissa sisäilman suhteelliseen kosteuteen vaikuttaa lähinnä ulkoilman lämpötila, koska merkittäviä sisäisiä kosteuslähteitä ei yleensä ole. Suositeltuna lämmityskauden sisäilman kosteutena on pidetty noin 25–45 %. Lämmityskauden aikana on tyypillistä että sisäilman suhteellinen kosteus on melko matala. Mittausjaksojen aikana keskimääräisessä suhteellisessa kosteudessa ei ollut suurta eroa monitila- ja huonetoimistojen välillä.

Ilman keskimääräiset hiilidioksidipitoisuudet on esitetty Taulukossa 10. Taulukon arvot on laskettu arkipäiviltä kello 8-17 väliltä.

Taulukko 10. Ilman keskimääräiset hiilidioksidipitoisuudet mittausjaksoilla 1-3.

Keskimääräinen ilman hiilidioksidipitoisuus [ppm]			
jakso	1.	2.	3.
<b>Monitilatoimisto</b>	(n=9)	(n=6)	(n=8)
keskiarvo	506	459	495
minimi keskiarvo	419	430	415
maksimi keskiarvo	638	495	575
maksimipitoisuus	863	670	781
<b>Huonetoimisto</b>	(n=3)	(n=3)	(n=3)
keskiarvo	427	450	446
minimi keskiarvo	419	430	424
maksimi keskiarvo	431	460	470
maksimipitoisuus	815	920	707

Ilman hiilidioksidipitoisuuden keskiarvot työaikana vaihtelivat monitilatoimistoissa 420–640 ppm välillä maksimipitoisuuden ollessa 860 ppm. Huonetoimistoissa vaihteluväli oli vastaavasti 420–470 ppm maksimipitoisuuden ollessa 920 ppm. Sisäilmatoluokituksessa ilman hiilidioksidipitoisuuden tavoitearvot ovat S1: alle 750 ppm, S2: alle 900 ppm ja S3: alle 1 200 ppm. Mitatut ilman hiilidioksidipitoisuudet olivat sekä monitila- että huonetoimistoissa matalia ja pääosin parhaan S1-sisäilmaluokan tavoitearvojen mukaisia. Monitilatoimistojen osalta Taulukossa 10. esitetyistä 23:stä noin viikon mittausjaksosta kahdessa hiilidioksidipitoisuus ylitti parhaan S1-luokan tavoitearvon hetkellisesti. Vastaavasti huonetoimistojen osalta esitetyistä 9:stä mittausjaksosta yhdessä pitoisuus ylitti S1-luokan tavoitearvon hetkellisesti ja lisäksi yhdessä mittausjaksossa pitoisuus ylitti S2-luokan tavoitearvon.

Paine-ero ulkoilmaan nähden mittausjaksoilla on esitetty Taulukossa 11.

*Taulukko 11. Paine-ero ulkoilmaan nähden.*

<b>Kohde</b>	<b>A</b>			<b>B</b>			<b>C</b>			<b>D</b>		
jakso	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.
keskiarvo [Pa]	-2	-7	-3	-4	–	-3	-7	-6	-4	-1	-2	-1
minimi [Pa]	-15	-194	-6	-13	–	-6	-10	-11	-11	-5	-180	-5
maksimi [Pa]	14	159	2	6	–	2	-4	-1	0	2	8	2

Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 (2012) mukaan rakennus suunnitellaan yleensä ulkoilmaan nähden alipaineiseksi, jotta välttyään rakenteiden kosteusvaurioilta ja mikrobien aiheuttamilta terveyshaitoilta. Alipaine ei kuitenkaan saa yleensä olla suurempi kuin 30 Pa. keskimäärin paine-ero ulkoilmaan nähden oli hie-  
man alipaineinen kaikilla mittausjaksoilla. Mittausjaksolla 2 kohteissa A ja D esiintyi jostain syystä muutama hetkellisesti korkea arvo.

Ilmanvaihdon ilmavirtoja mitattiin kahdesta kohteesta (C, D) pistokoemaisesti. Mit-  
taustulokset on esitetty Taulukossa 12.

*Taulukko 12. Pistokoemaisesti mitatut ilmavirrat.*

	<b>tuloilmavirta</b>			<b>ero suunnitel-</b>			<b>poistoilmavirta</b>			<b>ero suunnitel-</b>		
	<b>[dm<sup>3</sup>/sm<sup>2</sup>]</b>			<b>tuun [%]</b>			<b>[dm<sup>3</sup>/sm<sup>2</sup>]</b>			<b>tuun [%]</b>		
jakso	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.
huonetoimisto	1,3	1,6	–	-35	-20	–	1,3	2,1	–	-35	0	–
huonetoimisto	2,1	2,5	2,5	0	20	20	2,1	2,0	2,2	0	-4	4
huonetoimisto	1,6	1,7	1,8	-30	-25	-25	1,1	1,3	1,4	-50	-43	-38
huonetoimisto	1,1	1,1	1,2	-25	-25	-23	1,3	1,1	1,1	-13	-25	-25
monitilatoimisto avotila	1,2	1,4	1,3	-23	-10	-17	1,6	1,5	1,5	3	-1	-4
monitilatoimisto avotila	1,3	1,6	1,4	-13	6	-10	1,4	1,5	1,4	-6	-6	-10
monitilatoimisto avotila	1,2	1,4	1,3	-23	-10	-16	1,3	1,3	1,3	-13	-15	-16

Mitatut tuloilmavirrat olivat huonetoimistoissa keskimäärin 1,7 dm<sup>3</sup>/sm<sup>2</sup> (1,1–2,5 dm<sup>3</sup>/sm<sup>2</sup>) ja monitilatoimiston avotiloissa 1,3 dm<sup>3</sup>/s (1,2–1,6 dm<sup>3</sup>/sm<sup>2</sup>).

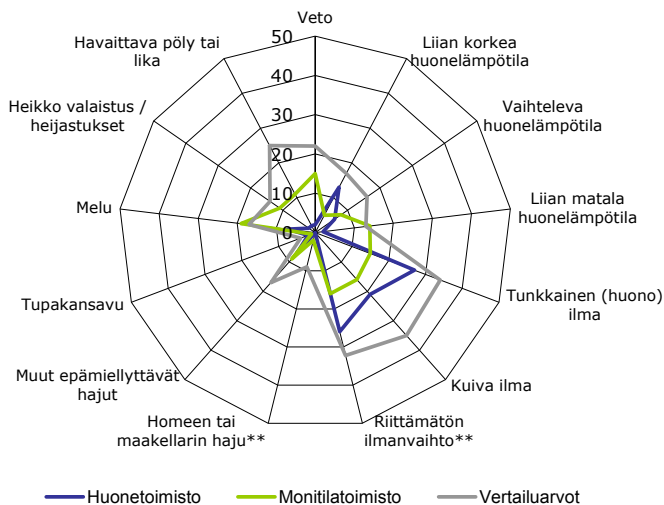
Suomen rakentamismääräyskokoelmassa D2 (2012) on annettu ohjearvona toimistotilojen ulkoilmavirralle 1,5 dm<sup>3</sup>/sm<sup>2</sup> ja hyväksyttävät poikkeamat ilmavirroille ovat ±10 % järjestelmäkohtaisesti ja ±20 % huonekohtaisesti suunnitteluarvoihin nähden. Mitatut tuloilmavirrat olivat osittain D2:n tyydyttävää tasoa vastaavaa ohjearvoa sekä suunnitteluarvoja matalampia. Ilman hiilidioksidipitoisuudet pysyivät kuitenkin matalina, joten henkilömääriin nähden ilmanvaihto oli riittävä.

## 4.2 Koettu sisäympäristö

Pääsääntöisesti tutkituissa kohteissa tilojen käyttäjien kokemat olosuhdehaitat ja heidän ilmoittamansa työympäristöön liittyvät oireet olivat vertailuaineiston tasoa alhaisemmat (Kuviot 3. ja 4.). Huonetoimistoissa tunkkaista, huonoa ja kuivaa ilmaa sekä riittämätöntä ilmanvaihtoa koettiin jonkin verran enemmän kuin monitilatoimistoissa. Monitilatoimistoissa puolestaan raportoitiin enemmän alhaisesta lämpötilasta, vedosta, melusta, heikosta valaistuksesta ja liasta ja pölystä.

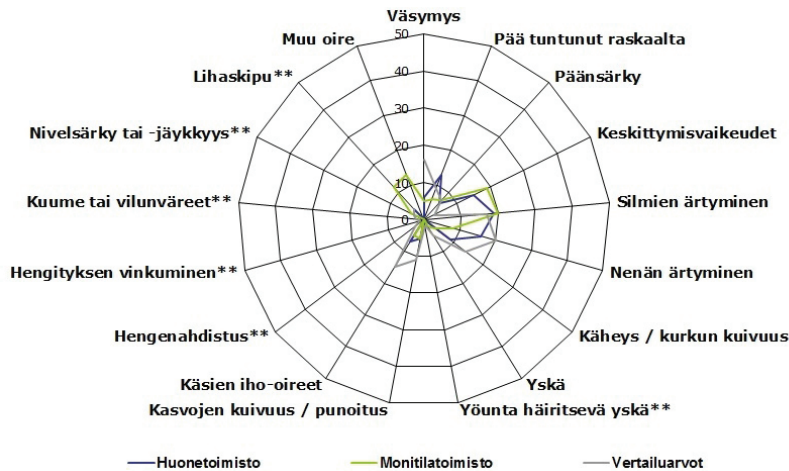
Keskittymisvaikeuksia (molemmat ryhmät), päänsärkyä (huonetoimistot) ja lihaskipuja ja muita oireita (monitilatoimistot-ryhmässä) raportoitiin tutkimusaineistossa enemmän kuin verrokkiaineistossa. Huonetoimistoissa keskittymisvaikeutta raportoitiin hieman vähemmän kuin monitilatoimistoissa.

Kyselyn tuloksia arvioitaessa on huomioitava, että naisten osuus vastaajista oli pienempi ja jonkin verran stressiä kokevien sekä astmaa sairastavien osuus suurempi kuin vertailuaineistossa, sillä nämä ryhmät ovat tavallista herkempiä ympäristötekijöille.



Kuvio 3. Tilojen käyttäjien kokemat olosuhdehaitat ("haittoja joka viikko"), koko aineisto



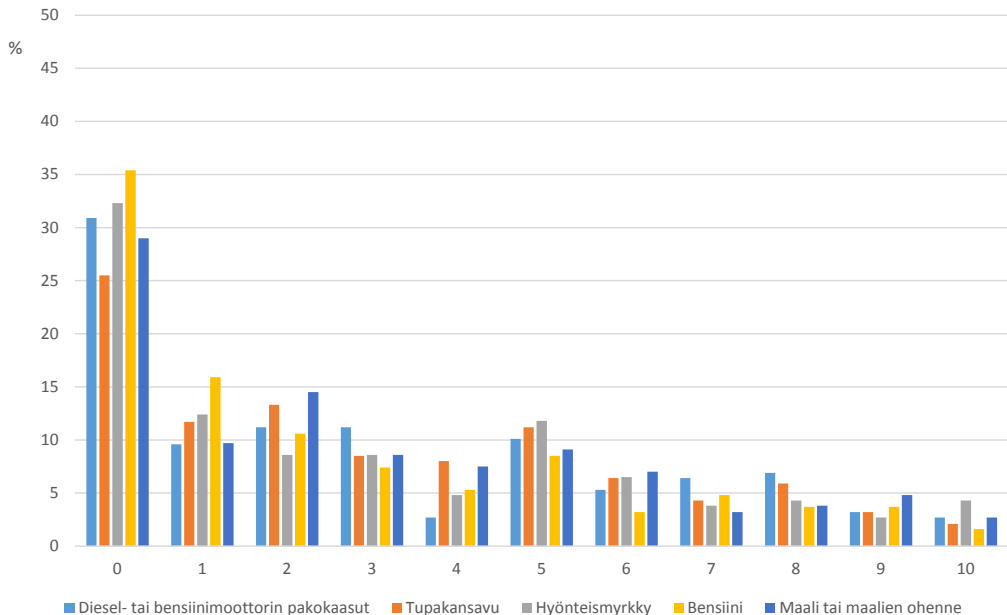


Kuvio 4. Tilojen käyttäjien ilmoittamat työhön liittyvät oireet ("työhön liittyviä oireita joka viikko viimeisten 3 kuukauden aikana").

#### 4.2.1 Yksilöllinen herkkyys ympäristötekijöille

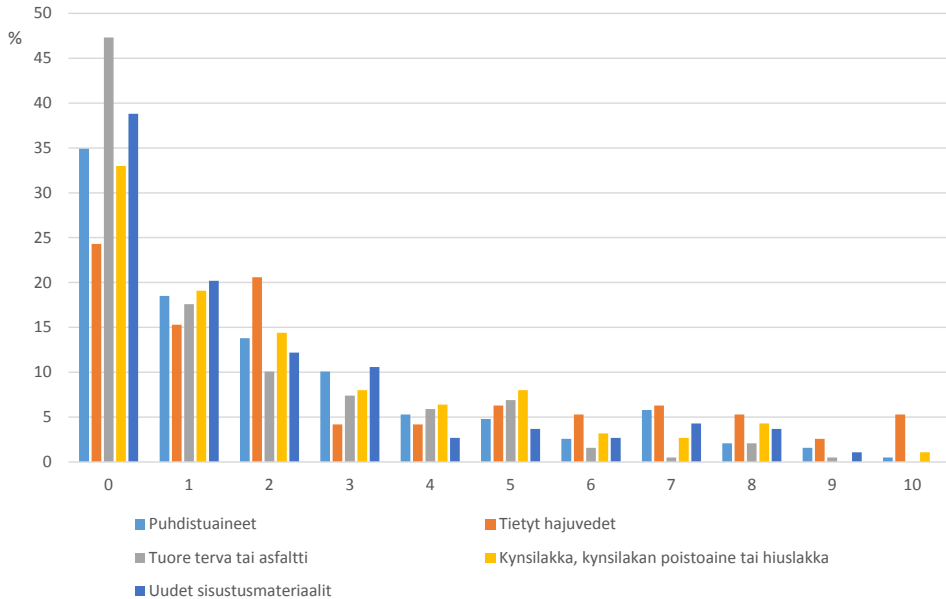
QEESI-osiossa osa työntekijöistä ilmoitti saavansa huonovointisuutta ja reaktioita erilaisista hajuista tai kemiallisista altisteista. Seuraavassa vastausten jakauma 0-10 (0=ei haittaa, 10= lamaavia oireita) kymmenelle eri ympäristötekijälle (Kuvio 5.).

a)





b)



Kuvio 5. Herkkyys saada oireita eri ympäristötekijöistä (a-b).

QEESI-kyselyssä herkkyys tietyille ympäristötekijälle (ao. esitetty neljän eri tekijän osalta) oli yhteydessä homeen hajun raportointiin työympäristössä (Taulukko 13.).

Taulukko 13. Herkkyys ympäristötekijöille oli yhteydessä homeen hajun raportointiin.

Homeen tai maakellarin haju haitannut viimeisen 3kk aikana viikottain*	Diesel- tai bensini-moot- torin pakokaasut	Tupakansavu	Hyönteis- myrkky	Tiettyt hajuvädet, ilmanraikasti- met tai muut hajusteet
ei (n=169-172)	2,93-2,00**	3,04-2,00	2,77-2,00	2,97-2,00
kyllä (n=14)	6,07-7,00	5,21-5,00	6,29-6,50	5,29-5,50
Shapiro-Wilk testi	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001
Mann Whitney testi	p=0,001	p=0,007	p<0,001	p=0,004

\*Sisäilmastokyselyn kysymys

\*\*QEESI-vastausten keskiarvot (hajun haittaavuus arvio asteikolla 0-10) neljälle eri hajulle

Ryhmätasolla QEESI-kyselyssä työntekijöiden itsearvioima herkkyys (>40 pistettä) kemiallisille ympäristötekijöille oli yhteydessä Sairas rakennus oireyhtymä-tyyppisiin oireisiin, kuten "Silmien kutina, kirvely tai ärsytys/ Nenän ärsytys, tukkoisuus ja vuoto/ Käheys tai kurkun kuivuus", mutta ei tätä epäspesifimpiin väsymys ym. oireisiin. Herkkyys ympäristötekijöille oli yhteydessä kokemukseen työskentelystä alle keskimääräisen tehokkuuden johtuen työtilan sisäilmastoon liittyvistä ongelmista. Toisaalta herkkyys kemialliselle ympäristölle ei ollut yhteydessä ääniympäristöön liittyvän haitan kokemukseen (Taulukko 14.).

*Taulukko 14. Työhön liittyvien oireiden ja haitan yhteys itsearvioituun herkkyyteen kemiallisille ympäristötekijöille.*

QEESI summapistteet			
	0-39 (tavanomaisesti herkäät)*	40-100 (kemiallisille tekijöille herkäät)*	
	n (%)	n (%)	x <sup>2</sup> -testi
Työhön liittyen viikoittain**: Väsymys/ Pää tuntuu raskaalta/ Päänsärky/ Keskittymisvaikeudet	16 (12 %)	11 (21 %)	p=0,101
Työhön liittyen viikoittain**: Silmien kutina, kirvely tai ärsytys/ Nenän ärsytys, tukkoisuus ja vuoto/ Käheys tai kurkun kuivuus	12 (9 %)	14 (27 %)	p=0,001
Tällä viikolla olen työskennellyt alle keskimääräisen tehokkuuteni***	31 (23 %)	20 (39 %)	p=0,029
Työtilani sisäilmastoon liittyvät ongelmat haittaavat työni suorittamista usein/jatkuvasti***	8 (6 %)	12 (23 %)	p=0,001
Työtilani ääniympäristöön/akustiikkaan liittyvät ongelmat haittaavat työni suorittamista usein/jatkuvasti***	20 (15 %)	11 (21 %)	p=0,287

\*Vastaajat jaettu QEESI-kyselyn (summapistteet 0-100) perusteella tavanomaisesti herkkiin (<40) tai kemiallisille tekijöille herkkiin (>40 pistettä; vaihteluväli 40-91)

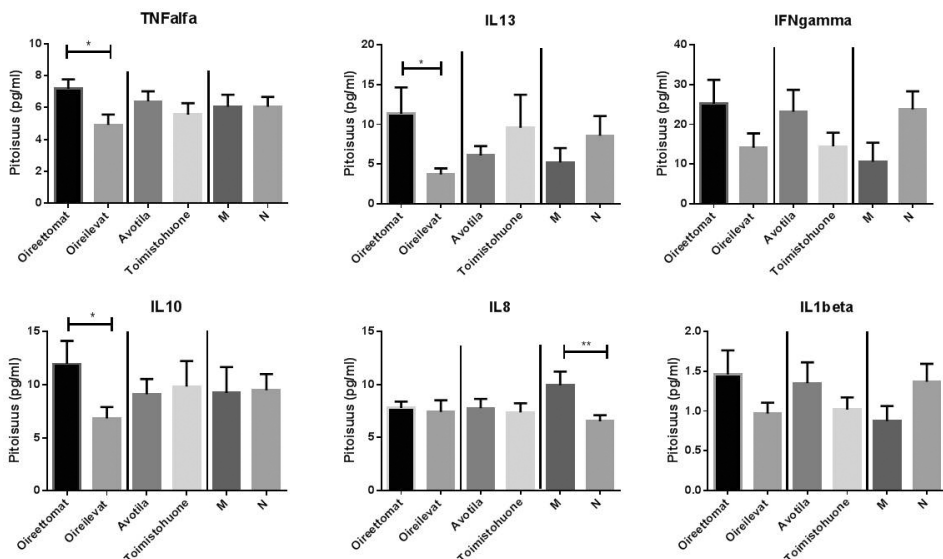
\*\*työstä johtuvia oireita joka viikko" vastanneiden suhteelliset osuudet

\*\*\* oma arvio (1-5) 1-3 on 'ei haittaa' ja 4-5 on 'haittaa'

## 4.3 Työntekijöiltä mitatut tulehdusvälittäjäaineet

Tutkittavat henkilöt jaettiin kolmeen eri ryhmään: oireilevat/oireettomat, monitilatoimisto/perinteinen huonetoimisto sekä miehet (M)/naiset (N). Ryhmien seeruminäytteitä tarkasteltiin erikseen mitattavien tulehdusvälittäjäaineiden suhteen. IL4-pitoisuudet eivät olleet mitattavissa. Tilastollisesti merkitsevät erot havaittiin oireilevien ja oireettomien välillä IL13-, TNFalfa- ja IL10- pitoisuuksissa. IL8-pitoisuus poikkeaa miesten ja naisten välillä. Perinteisissä toimistohuoneissa ja monitilatoimistoissa työskentelevien välillä ei havaittu eroja.

Näiden tulosten perusteella ei voi erottaa selkeää korrelaatiota oireilun ja tulehdus-  
sen välillä, koska selkeitä bioprofiileja ei ole tunnistettavissa (Kuvio 6.).



Kuvio 6. Seerumin tulehdusvälittäjäaineet. Tutkittavat ihmiset (32 kpl) jaettiin kolmeen eri ryhmään: oireet-  
tomat/oireilevat, monitilatoimisto/perinteinen toimistohuone ja miehet (M)/naiset (N). Seerumin välittä-  
jäaineet mitattiin Luminex-menetelmällä. \*P < 0,05 ja \*\*P < 0,01.



## 4.4 Monitilatoimiston käytettävyys ja kokemukset muutosprosessista

### 4.4.1 Yliopiston henkilöstön työtehtävät ja työn sisältö

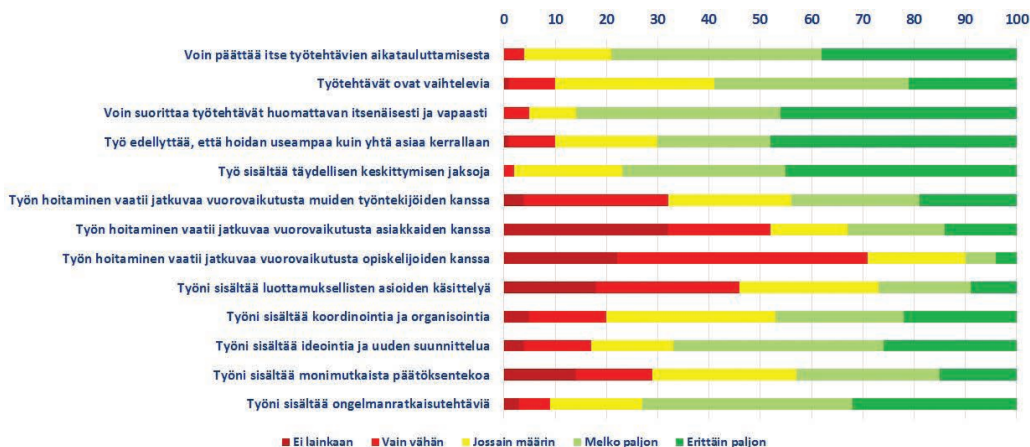
Kyselytutkimukseen vastanneista monitilatoimistossa työskentelevistä asiakaspalvelu/asiiantuntijatyötä tekevien osuus oli suurin (39 %), opetus- ja tutkimustyötä (31 %) tekeviä oli toiseksi eniten ja hallintotyötä (14 %) sekä monia erilaisia työtehtäviä tekevien (16 %) osuudet olivat pienimmät. Opetus- ja tutkimustyötä tekevät olivat tilastollisesti merkitsevästi asiakaspalvelu/asiiantuntijatyötä ja hallintotyötä tekeviä nuorempia  $p < .001$ . Sukupuolten välisiä eroja ei tullut esille  $p = .120$ . (Taulukko 15).

Taulukko 15. Ikä- ja sukupuolijakaumat eri työtehtävissä.

	(1) Opetus/ tutkimus (n=36)	(2) Asiakaspalvelu/ asiiantuntija (n=45)	(3) Hallinto (n=16)	(4) Kombinaatiot (n=18)
ikä (vuotta ka)	37,4	47,1	50,7	41,2
mediaani (md)	36,5	48,0	49,5	40,0
vaihteluväli	(24-70)	(27-63)	(31-62)	(27-64)
KruskalWallis	$p < .001$			
Mann Whitney	1 vs 2 $p < .001$		2 vs. 3 $p = .269$	
	1 vs 3 $p < .001$		2 vs 4 $p = .050$	
	1 vs 4 $p = .384$		3 vs 4 $p = .026$	
nainen n (%)	29 (81)	25 (56)	11 (69)	11 (61)
mies n (%)	7 (19)	20 (44)	5 (31)	7 (39)
$\chi^2$ -testi	$p = .120$			

Yliopiston henkilöstö työskenteli pääosin yliopiston tiloissa. Yli puolet vastanneista (63 %) työskenteli työpaikalla 31–40 tuntia viikossa. Lähes puolet (49 %) teki työtä kotona 1–9 tuntia viikossa, 31 % ei työskennellyt kotona lainkaan. Noin kolmannes (28 %) työskenteli asiakkaan tai yhteistyökumppanin tiloissa 1–9 tuntia viikossa, 65 % ei lainkaan. Julkisissa kulkuvälineissä työskenneltiin keskimäärin yhden tunnin ajan viikossa, samoin kahviloissa tai hotelleissa. Kaikista monitilatoimistoissa työskentelevistä vastaajista valtaosan (98 %) työ sisälsi yksintyöskentelyä (päivittäin tai lähes päivittäin). Työnkuvaan kuului myös parityöskentelyä (21 %) ja tiimityöskentelyä (30 %).

Työn sisältöä kuvattiin pääosin itsenäiseksi työtehtävien aikatauluttamisen ja työn suorittamisen osalta (Kuvio 7.). Suurimmalla osalla työ sisälsi myös täydellistä keskittymistä vaativia jaksoja (77 %), ongelmanratkaisua (73 %), useamman kuin yhden asian hoitamista (70 %) sekä uuden ideointia ja suunnittelua (67 %). Sen sijaan vuorovaikutusta, monimutkaista päätöksentekoa ja luottamuksellisten asioiden käsitteilyä sisältyi työhön vähemmän.



Kuvio 7. Monitilatoimistossa työskentelevien työn sisällöt (% kysymykseen sai valita useamman kuin yhden vastausvaihtoehdon).

#### 4.4.2 Erot työn sisällöissä eri työtehtävissä

Alustavassa tarkastelussa havaittiin tilastollisesti merkitseviä eroja työn sisällöissä opetus- ja tutkimus- (1), asiakaspalvelu/asiiantuntija (2) hallinto- (3) ja kombinaatiot (4) ryhmien välillä (Taulukko 16.). Mann-Whitneyn –U –testillä havaittiin seuraavia ryhmien välisiä eroja: Opetus- ja tutkimustyötä tekevien työlle oli ominaista mahdollisuus aikatauluttaa omat työtehtävät (1 vs 2,  $p < .001$ ; 1 vs 3,  $p = .04$ ) ja suorittaa työhön kuuluvat tehtävät muita ryhmiä itsenäisemmin ja vapaammin (1 vs 2,  $p < .001$ ; 1 vs 3  $p = .006$ ). Työssä korostuivat muita ryhmiä enemmän ideointi ja uuden suunnittelu (1 vs 2,  $p = .015$ ; 1 vs 3,  $p = .013$ ) sekä ongelmanratkaisu (1 vs 2,  $p = .013$ ; 1 vs 3,  $p = .015$ ). Eroja ei tullut esille suhteessa kombinaatiot-ryhmään. Opetus- ja tutkimustyössä oli lisäksi kaikkia muita ryhmiä enemmän täydellistä keskittymistä vaativia jaksoja (1 vs 2, 3 ja 4,  $p < .001$ ). Asiakaspalvelu/asiiantuntijatyössä, hallinnossa ja erilaisia tehtäväkombinaatioita sisältävässä työssä korostuivat jatkuva vuorovaikutus muiden työntekijöiden ja asiakkaiden kanssa (1 vs 2, 3 ja 4,  $p < .001$ ), useamman kuin yhden asian hoitaminen kerrallaan (1 vs 2,  $p = .012$ ; 1 vs 3,  $p = .028$ ; 1 vs 4,  $p < .001$ ) sekä koordinointi ja organisointi (1 vs 2,  $p = .004$ ; 1 vs 3,  $p = .054$ ; 1 vs 4,  $p = .001$ ).



Taulukko 16. Erot työn sisällöissä (Kruskall-Wallis testi: Ka, Md, asteikko 1 = ei lainkaan – 5 = erittäin paljon).

	1	2	3	4	
	<b>opetus- ja tutkimus (n = 36)</b>	<b>asiakas-palvelu/ asiantuntija (n = 45)</b>	<b>hallinto (n = 16)</b>	<b>kombinaa-tiot (n = 18)</b>	<b>Ryhmi- välinen ero p-arvo</b>
Voin päättää itse työtehtävieni aikatauluttamisesta.	Ka 4.6 Md 5.0	Ka 3.7 Md 4.0	Ka 4.2 Md 4.0	Ka 4.1 Md 4.5	$p < .001$
Työtehtävät ovat vaihtelevia.	Ka 3.4 Md 3.5	Ka 3.8 Md 4.0	Ka 3.9 Md 4.0	Ka 3.9 Md 4.0	$p = .268$
Voin suorittaa työtehtävät huomattavan itsenäisesti ja vapaasti.	Ka 4.7 Md 5.0	Ka 4.0 Md 4.0	Ka 4.3 Md 4.0	Ka 4.2 Md 5.0	$p < .001$
Työ edellyttää, että hoidan use-ampaa kuin yhtä asiaa kerrallaan.	Ka 3.7 Md 4.0	Ka 4.2 Md 5.0	Ka 4.3 Md 5.0	Ka 4.7 Md 5.0	$p < .001$
Työ sisältää täydellistä keskitymistä vaativia jaksoja.	Ka 4.8 Md 5.0	Ka 3.7 Md 4.0	Ka 3.8 Md 4.0	Ka 4.7 Md 5.0	$p < .001$
Työn hoitaminen vaatii jatkuvaa vuorovaikutusta muiden työntekijöiden kanssa.	Ka 2.3 Md 2.0	Ka 3.8 Md 4.0	Ka 3.6 Md 3.5	Ka 3.6 Md 4.0	$p < .001$
Työn hoitaminen vaatii jatkuvaa vuorovaikutusta asiakkaiden kanssa.	Ka 1.3 Md 1.0	Ka 3.6 Md 4.0	Ka 3.1 Md 3.0	Ka 2.3 Md 2.0	$p < .001$

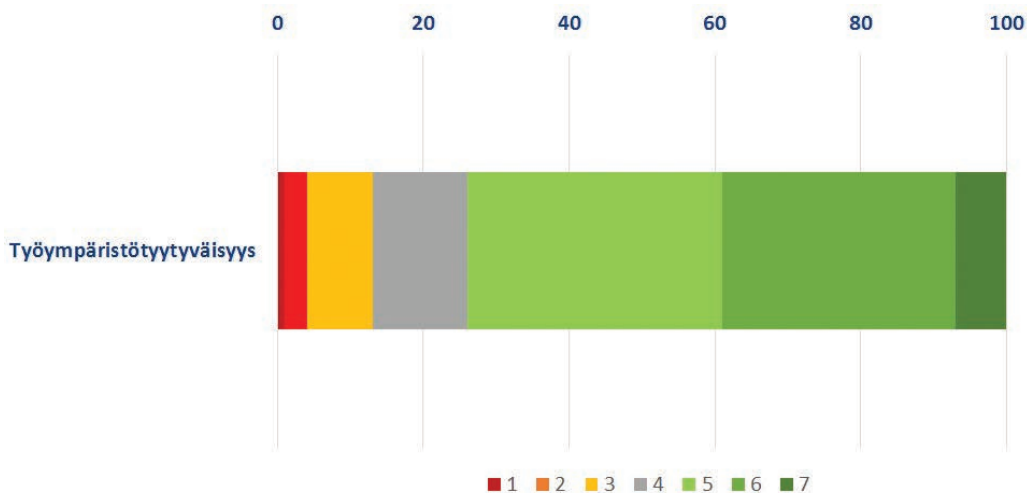


Työn hoitaminen vaatii jatkuvaa vuorovaikutusta opiskelijoiden kanssa.	<i>Ka 2.3</i> <i>Md 2.0</i>	<i>Ka 2.2</i> <i>Md 2.0</i>	<i>Ka 2.1</i> <i>Md 2.0</i>	<i>Ka 2.7</i> <i>Md 2.0</i>	<i>p = .246</i>
Työ sisältää luot- tamuksellisten ja salassa pidet- tävien asioiden käsittelyä.	<i>Ka 2.6</i> <i>Md 2.0</i>	<i>Ka 2.5</i> <i>Md 3.0</i>	<i>Ka 3.3</i> <i>Md 3.0</i>	<i>Ka 3.0</i> <i>Md 3.0</i>	<i>p = .110</i>
Työni sisältää koordinointia ja organisointia.	<i>Ka 3.0</i> <i>Md 3.0</i>	<i>Ka 3.6</i> <i>Md 4.0</i>	<i>Ka 3.5</i> <i>Md 4.0</i>	<i>Ka 4.1</i> <i>Md 4.0</i>	<i>p = .002</i>
Työni sisältää ideointia ja uuden suunnittelua.	<i>Ka 4.1</i> <i>Md 4.0</i>	<i>Ka 3.5</i> <i>Md 4.0</i>	<i>Ka 3.3</i> <i>Md 3.0</i>	<i>Ka 4.1</i> <i>Md 4.0</i>	<i>p = .013</i>
Työni sisältää monimutkaista päättöksentekoa.	<i>Ka 3.5</i> <i>Md 4.0</i>	<i>Ka 3.0</i> <i>Md 3.0</i>	<i>Ka 3.1</i> <i>Md 3.00</i>	<i>Ka 3.3</i> <i>Md 4.00</i>	<i>p = .181</i>
Työni sisältää ongelmanratkai- sutehtäviä.	<i>Ka 4.2</i> <i>Md 4.5</i>	<i>Ka 3.8</i> <i>Md 4.0</i>	<i>Ka 3.6</i> <i>Md 3,5</i>	<i>Ka 4.1</i> <i>Md 4.0</i>	<i>p = .020</i>



#### 4.4.3 Henkilöstön työympäristötyytyväisyys ja monitilatoimistojen koettu käytettävyys

Valtaosa monitilatoimistoissa työskentelevistä oli melko tai täysin tyytyväinen työympäristöönsä kokonaisuutena (73 %, asteikolla 5-7 yhdistettynä) (Kuvio 8.).



Kuvio 8. Monitilatoimistossa työskentelevien työympäristötyytyväisyys (n=118, %).

Taulukoissa 17-18 kuvataan monitilatoimistojen käytettävyyttä työtehtävien kannalta koko aineistossa. Monitilatoimistossa työskentelevät arvioivat tiloja eri työtehtävien hoitamisen näkökulmasta pääosin sopiviksi ja tarkoituksenmukaisiksi (72 %). Yli puolet vastanneista (59 %) oli samaa mieltä siitä, että työtilat tukevat työtehtäviä, joita tehdään yksin, kolmannes oli asiasta eri mieltä. Vastanneista 69 prosenttia koki työtilojen tukevan myös ryhmässä työskentelyä ja lähes yhtä moni (64 %) oli sitä mieltä, että tilat tukevat henkilöiden välistä vuorovaikutusta. Kolmannes arvioi, että työtilat tukevat opettamista ja oppimista, mutta 43 % ei osannut ottaa asiaan kantaa. Yli puolet (65 %) arvioi pystyvänsä työskentelemään tiloissa tehokkaasti. Sen sijaan työtilojen muunneltavuutta arvioitiin kriittisemmin. (Taulukko 17.).

Yhteistyötä, työrauhaa ja yksityisyyttä koskevat arviot esitetään Taulukossa 18. Myönteisiksi asioiksi arvioitiin mahdollisuus tavoittaa helposti työtoverit (85 %) ja yhteistyön sujuminen (71 %). Suuri osa arvioi myös kuuluvansa työyhteisöön (66 %) ja kuvasi tunnelmaa tiloissa välittömäksi (81 %). Tulokset vastasivat pitkälti aikaisempia tutkimustuloksia, joissa monitilatoimistojen myönteisinä puolina ovat olleet tiedonkulun ja vuorovaikutuksen helppous sekä yhteisöllisyyden parantuminen (Boch-Sijtsma, Ruohomäki & Vartiainen 2010; De Been, Beijer & den Hollander 2015; McElroy & Morrow 2010).



Runsas kolmannes vastanneista arvioi, että työtila oli rauhaton (36 %) ja että tiloissa oli häiritseviä tekijöitä (36 %). Lähes yhtä moni arvioi tiloja rauhallisiksi ja häiriöttömmiksi. Noin puolet (53 %) monitilatoimistossa työskentelevistä ilmoitti tarpeesta siirtyä rauhallisempaan tilaan toistuvasti ja kolmannes (34 %) poikkeustapauksissa. Tarve ja tilojen tarjoamat mahdollisuudet eivät kuitenkaan aina kohdanneet. Yli puolet vastanneista arvioi, että tiloissa ei ollut helppo siirtyä rauhallisempaan paikkaan työskentelemään, jos ei pystynyt keskittymään työhön omassa työpisteessä. Vastaavasti 49 prosenttia koki, ettei tiloissa ollut helppo löytää paikkaa, jossa voi keskustella tai puhua puhelimesta asioista, joita ei halua toisten kuulevan. Lähes puolet (49 %) arvioi, että työtilassa on riittävästi näköesteitä ja että toiset työpisteet olivat sopivalla etäisyydellä omasta työpisteestä. Runsas kolmannes (33 %) olisi kaivannut näköesteitä lisää ja neljännes (25 %) arvioi toisten työpisteiden olevan liian lähellä. (Taulukko 18.).

Kuten aiemmissakin tutkimuksissa (Bosch-Sijtsema, Ruohomäki & Vartiainen 2010; Bodin Danielsson & Bodin 2008; Bodin Danielsson & Bodin 2009; De Been ja Beier 2014; De Been, Beijer & den Hollander 2015; McElroy & Morrow 2010; Parking, Austin, Pider, Baguley & Allenby 2011; Seddigh, Berntson, Bodin Danielson & Westerlund 2014; Van der Voordt 2003), keskeisenä kehittämiskohteena oli työrauhan parantaminen. Ongelmien taustalla on tutkijoiden mukaan ollut useinkin se, ettei tilasuunnittelussa oltu huomioitu riittävästi työn sisältöjä ja vaatimuksia (Vos & van der Voordt 2001; Bjerrum & Bodker 2003).

Eniten häiriötä aiheuttivat puheäänet läheisistä työpisteistä (24 %) sekä liike näkökentässä (15 %). Avovastauksissa keskittymistä haittaavina tekijöinä esille tulivat myös riittämätön äänieristys vetäytymistiloissa sekä liian matalat sermit työpisteiden välissä. Vähiten häiritsivät puheäänet yleisistä tiloista (8 %), kulkemisen äänet (8 %), ilmanvaihto ja taustahumina (7 %), sekä muiden aiheuttamat työäänet (6 %).

Aiemmista tutkimuksista (McElroy & Morrow 2010; Pullen 2014) poiketen oman työtilan ja säilytystilojen riittämättömyys ei tullut tässä tutkimuksessa yhtä vahvasti esille. Valtaosa (73 %) arvioi, että työpisteessä oli työskentelytilaa riittävästi. Yli puolet vastaajista oli sitä mieltä, että myös säilytystilaa (66 %) sekä neuvottelutiloja (58 %) oli riittävästi (Taulukko 19.).

Vastanneista 45 % piti taukotiloja viihtyisinä ja yhtä moni (45 %) arvioi pystyvänsä irtautumaan taukotiloissa työstään hetkeksi. Valtaosa (89 %) arvioi työympäristönä turvalliseksi. (Taulukko 19.). Suurin osa oli tyytyväisiä päivänvalon riittävyyteen (83 %), lisävalaistuksen tarve oli 16 prosentilla vastanneista. Yli puolet vastanneista (65 %) arvioi tietojärjestelmät helppokäyttöisiksi, 57 prosenttia arvioi, että tietojärjestelmät ovat käytettävissä riippumatta siitä, missä työskentelee ja 45 prosenttia koki, että



tietojärjestelmät tukevat hyvin virtuaalista vuorovaikutusta ja yhteistyötä. (Taulukko 20.). Mobiiliteknologian puutteet eivät korostuneet samalla tavoin kuin joissakin aiemmissa tutkimuksissa (Bjerrum & Bodger, 2003; Bosch-Sijtsema, Ruohomäki & Vartiainen 2010; De Been, Beijer & den Hollander, 2015; Pullen 2014), vaikkakaan tietojärjestelmien ei koettu tukevan kovin hyvin mobiilia työskentelyä ja virtuaalista vuorovaikutusta.

Sisustuksen värimaailmaa (66 % samaa mieltä) ja materiaalivalintoja (67 %) sekä sitä, miten hyvin käytetyt lattiamateriaalit pysyvät siisteinä (66 %) arvioitiin pääosin myönteisesti (Taulukko 21.).

*Taulukko 17. Monitilatoimiston käytettävyys eri työtehtävien kannalta ( %, keskiarvo, asteikko 1 täysin samaa mieltä – 5 täysin eri mieltä, n=118).*

	<b>Täysin samaa mieltä</b>	<b>Melko samaa mieltä</b>	<b>Ei samaa mieltäkään</b>	<b>Melko eri mieltä</b>	<b>Täysin eri mieltä</b>	<b>Keskiarvo (kh)</b>
Minulla on käytössä sopivat ja tarkoituksenmukaiset tilat työtehtävien hoitamiseksi	30	42	14	11	4	2,19 (1,11)
Työtilat tukevat työtehtäviä, joita teen yksin ja itsenäisesti	23	36	12	22	7	2,54 (1,26)
Työtilat tukevat opettamista ja oppimista	5	25	43	16	12	3,06 (1,03)
Työtilat tukevat ryhmässä työskentelyä.	18	41	21	11	9	2,51 (1,16)
Työtilat tukevat eri henkilöiden välistä vuorovaikutusta.	23	41	16	15	4	2,37 (1,13)
Voin työskennellä tehokkaasti näissä tiloissa	18	47	21	9	5	2,37 (1,05)
Työtilat ovat helposti muunneltavissa eri käyttötarkoituksiin	4	17	27	33	19	3,47 (1,10)



Taulukko 18. Monitilatoimiston käytettävyys: Yhteistyö, työrauha ja yksityisyys (% keskiarvo, asteikko 1 täysin samaa mieltä – 5 täysin eri mieltä, n = 118).

	Täysin samaa mieltä	Melko samaa mieltä	Ei samaa muttei eri mieltäkään	Melko eri mieltä	Täysin eri mieltä	Keskiarvo (kh)
Tässä ympäristössä työto- verit on helppo tavoittaa	33	52	3	9	3	1,97 (1,01)
Yhteistyö sujuu täällä tehokkaasti	23	48	18	9	3	2,22 (1,01)
<b>Työn tekemiselle on riittävä rauha</b>	9	36	24	24	7	2,82 (1,11)
<b>Täällä on paljon häiritseviä asioita</b>	9	27	29	30	6	2,97 (1,08)
Toiset työpisteet ovat liian lähellä omaani	10	15	23	36	16	3,32 (1,21)
Paikka tuntuu rauhattomalta	6	30	22	29	13	3,13 (1,16)
Työtilassa on riittävästi näköesteitä	17	32	18	22	11	2,80 (1,28)
Jos en pysty keskitty- mään omassa työpistees- säni, voin siirtyä helposti rauhallisempaan paik- kaan työskentelemään	7	15	15	33	30	3,64 (1,25)
Täällä on helppo löytää paikka, jossa voin kes- kustella tai puhua puhe- limessa asioista, joita en halua toisten kuulevan	16	25	9	27	22	3,14 (1,43)
Näissä tiloissa koen kuuluvani työyhteisöön	29	37	16	12	6	2,29 (1,18)
Täällä on välitön ja mukava tunnelma	22	59	7	11	2	2,12 (0,94)

\*Kielteiset väittämät on tummennettu.



Taulukko 19. Monitilatoimiston käytettävyys: oma työpiste, tukitilat (% , keskiarvo, asteikko 1 täysin samaa mieltä – 5 täysin eri mieltä, n=118).

	Täysin samaa mieltä	Melko samaa mieltä	Ei samaa muttei eri mieltäkään	Melko eri mieltä	Täysin eri mieltä	Keskiarvo (kh)
Työpisteessäni on riittävästi työskentelytilaa	37	36	5	19	3	2,15 (1,21)
Työpisteessäni on riittävästi säilytystilaa	38	28	9	18	8	2,30 (1,34)
Säilytystilat ovat riittävän lähellä	53	30	9	7	3	1,77 (1,03)
Neuvottelutiloja on riittävästi	20	38	23	13	6	2,46 (1,13)
Taukotiloissa pystyn irtautumaan työstä hetkeksi	14	31	24	22	9	2,79 (1,19)
Taukotilat ovat viihtyisiä	13	32	28	18	9	2,79 (1,16)
Työtiloissa on huomioitu erityistarpeet	5	23	53	15	4	2,90 (0,87)
Opastus tiloissa on toimiva, tiloissa on helppo suunnistaa	23	41	20	14	3	2,33 (1,06)
Työympäristö on turvallinen	46	43	9	2	0	1,67 (0,72)



Taulukko 20. Monitilatoimiston käytettävyys: valaistus ja tietojärjestelmät (% keskiarvo, asteikko 1 täysin samaa mieltä – 5 täysin eri mieltä, n=118).

	Täysin samaa mieltä	Melko samaa mieltä	Ei samaa muttei eri mieltäkään	Melko eri mieltä	Täysin eri mieltä	Keskiarvo (kh)
Työpisteeseen tulee riittävästi päivänvaloa	56	27	3	6	9	1,85 (1,26)
<b>Tarvitsisin lisävalaistusta työpisteeseeni</b>	6	10	12	28	44	3,93 (1,23)
Olen tyytyväinen mahdollisuuksiini katsella ikkunasta ulos	45	20	11	13	11	2,25 (1,42)
Työssä tarvitsemani tietojärjestelmät ovat helppokäyttöisiä	15	50	18	14	3	2,39 (1,00)
Työssä tarvitsemani tieto- järjestelmät ovat käytet- tävissä riippumatta siitä, missä työskentelen	18	39	17	19	7	2,57 (1,18)
Tietojärjestelmät tukevat hyvin virtuaalista vuoro- vaikutusta ja yhteistyötä	9	36	36	15	5	2,72 (0,99)

\*Kielteiset väittämät on tummennettu.



Taulukko 21. Monitilatoimiston käytettävyys: Sisustus, materiaaivalinnat, viihtyvyys ja siisteys (% keskiarvo, asteikko 1 täysin samaa mieltä – 5 täysin eri mieltä, n=118).

	Täysin samaa mieltä	Melko samaa mieltä	Ei samaa mieltäkään	Melko eri mieltä	Täysin eri mieltä	Keskiarvo (kh)
Sisustuksen värimaailma on miellyttävä	24	43	15	12	6	2,33 (1,15)
Sisustuksen materiaaivalinnat tuntuvat miellyttäviltä	23	44	21	9	3	2,23 (0,99)
Käytetyt lattiamateriaalit pysyvät käytössä siisteinä	23	43	18	13	3	2,28 (1,05)
<b>Työtilojen epäjärjestys häiritsee minua</b>	0	10	21	45	24	3,83 3,83 (0,92)
Työtilaa on mahdollista sisustaa yksilöllisesti	3	19	28	34	16	3,41 (1,08)
<b>Haluaisin tiloihin lisää viherkasveja</b>	26	22	26	18	9	2,62 (1,28)

\*Kielteiset väittämät on tummennettu.

#### 4.4.4 Erilaista työtä tekevien kokemukset tilojen käytettävyydestä

Kaikki ryhmät arvioivat tilojen käytettävyyttä pääosin melko myönteisesti. Eri ryhmistä opetus- ja tutkimustyötä tekevät oli kuitenkin kriittisin. (Taulukot 22-24). Mann-Whitneyn –U –testillä tarkasteltuna tuli esille seuraavia eroja: Opetus- ja tutkimustyötä tekevät arvioivat kaikkia muita ryhmiä kielteisemmin sitä, miten työtilat tukevat henkilöiden välistä vuorovaikutusta (1 vs 2 ja 3,  $p < .001$ ; 1 vs. 4,  $p = .022$ ) sekä asiakaspalvelu/asiiantuntija- ja hallintotyötä tekeviä kielteisemmin ryhmässä työskentelevä (1 vs. 2,  $p = .017$ ; 1 vs. 3,  $p = .005$ ), työtovereiden helppoa tavoitettavuutta (1 vs 2 ja 3  $p < .001$ ), yhteistyön tehokasta sujuvuutta (1 vs 2 ja 3  $p = .003$ ) ja työyhteisöön kuuluvuutta (1 vs 2,  $p < .001$ ; 1 vs 3  $p = .002$ ). Hallintotyötä tekevät sen sijaan arvioivat tilojen tarkoituksenmukaisuutta (1 vs. 3,  $p = .002$  ja 2 vs. 3,  $p = .012$ ), säilytystilan riittävyyttä (1 vs 3,  $p = .005$  ja 2 vs 3,  $p = .023$ ) ja toisten työpisteiden läheisyyttä (1 vs 3,  $p = .028$  ja 2 vs 3,  $p = .008$ ) opetus- ja tutkimus sekä asiakaspalvelu/asiiantuntijatyötä tekeviä myönteisemmin. He myös arvioivat kaikkia muita ryhmiä myönteisemmin paikan löytämistä puhelinkeskusteluihin (1 vs 3,  $p = .008$ , 2 ja 4 vs 3,  $p < .001$ ).



Taulukko 22. Monitilatoimistojen käytettävyys eri tehtävien kannalta (Kruskall-Wallis testin testin):  
Ka, Md, asteikko 1 = täysin samaa mieltä – 5 = täysin eri mieltä).

	1 opetus- ja tutkimus (n = 36)	2 asiakaspalvelu/ asiantuntija (n = 45)	3 hallinto (n = 16)	4 kombi- naatiot (n = 18)	Ryhmien välinen ero p-arvo
Minulla on käytössä sopivat ja tarkoituk- senmukaiset työtilat työtehtävien hoita- miseksi.	Ka 2.6 Md 2.0	Ka 2.1 Md 2.0	Ka 1,5 Md 1.0	Ka 2.2 Md 2.0	p = .009
Työtilat tukevat työtehtäviä, joita teen yksin ja itsenäisesti.	Ka 2.7 Md 2.0	Ka 2.5 Md 2.0	Ka 2.2 Md 2.0	Ka 2.7 Md 2.0	p = .579
Työtilat tukevat ry- hmässä työskentelyä.	Ka 3.0 Md 3.0	Ka 2.4 Md 2.0	Ka 1.9 Md 2.0	Ka 2.5 Md 2.0	p = .015
Työtilat tukevat eri henkilöiden välistä vuorovaikutusta.	Ka 3.2 Md 3.0	Ka 1.9 Md 2.0	Ka 1.6 Md 1.5	Ka 2.5 Md 2.0	p < .001
Työtilat tukevat opettamista ja oppimista.	Ka 3.0 Md 3.0	Ka 3.2 Md 3.0	Ka 2.9 Md 3.0	Ka 3.1 Md 3.0	p = .851
Tässä ympäristössä työtoverit on helppo tavoittaa.	Ka 2.6 Md 2.0	Ka 1.6 Md 2.0	Ka 1.5 Md 1.5	Ka 2.1 Md 2.0	p < .001
Yhteistyö sujuu tällä tehokkaasti	Ka 2.7 Md 2.5	Ka 2.0 Md 2.0	Ka 1.7 Md 1.7	Ka 2.4 Md 2.0	p = .002
Voin työskennellä tehokkaasti näissä tiloissa.	Ka 2.6 Md 2.0	Ka 2.3 Md 2.0	Ka 2.1 Md 2.0	Ka 2.4 Md 2.0	p = .519
Työtilat ovat helpos- ti muunneltavissa eri käyttötarkoituksiin.	Ka 3.7 Md 4.0	Ka 3.3 Md 3.5	Ka 3.1 Md 3.0	Ka 3.8 Md 4.0	p = .113
Näissä tiloissa koen kuuluvani työy- hteisöön.	Ka 3.0 Md 3.0	Ka 1.9 Md 2.0	Ka 1.8 Md 1.5	Ka 2.4 Md 2.0	p = .001

Ka = keskiarvo, Md = mediaani.





Taulukko 23. Monitilatoimistojen käytettävyys: Oma työpiste ja tukitilat (Kruskall Wallisin testi, Ka, Md, asteikko 1 = täysin samaa mieltä – 5 = täysin eri mieltä).

	<b>1 opetus- ja tutkimus (n = 36)</b>	<b>2 asiakaspalvelu/ asiantuntija (n = 45)</b>	<b>3 hallinto (n = 16)</b>	<b>4 kombi- naatiot (n = 18)</b>	<b>Ryhmien välinen ero p-arvo</b>
Työpisteessäni on riittävästi työsken- telytilaa.	<i>Ka 2.4</i> <i>Md 2.0</i>	<i>Ka 2.0</i> <i>Md 2.0</i>	<i>Ka 1.9</i> <i>Md 1.0</i>	<i>Ka 2.5</i> <i>Md 2.0</i>	<i>p = .254</i>
Työpisteessäni on riittävästi säilytystilaa.	<i>Ka 2.6</i> <i>Md 2.0</i>	<i>Ka 2.4</i> <i>Md 2.0</i>	<i>Ka 1.6</i> <i>Md 1.0</i>	<i>Ka 2.1</i> <i>Md 1.0</i>	<i>p = .034</i>
Säilytystilat ovat riittävän lähellä.	<i>Ka 1.9</i> <i>Md 2.0</i>	<i>Ka 2.0</i> <i>Md 2.0</i>	<i>Ka 1.4</i> <i>Md 1.0</i>	<i>Ka 1.4</i> <i>Md 1.0</i>	<i>p = .045</i>
Neuvottelutiloja on riittävästi.	<i>Ka 2.4</i> <i>Md 2.0</i>	<i>Ka 2.5</i> <i>Md 3.0</i>	<i>Ka 2.3</i> <i>Md 2.0</i>	<i>Ka 2.7</i> <i>Md 2.5</i>	<i>p = .668</i>
Työssä tarvitsemani tietojärjestelmät ovat helppokäyt- töisiä.	<i>Ka 2.4</i> <i>Md 2.0</i>	<i>Ka 2.2</i> <i>Md 2.0</i>	<i>Ka 2.6</i> <i>Md 2.0</i>	<i>Ka 2.8</i> <i>Md 2.0</i>	<i>p = .261</i>
Tarvitsemani tie- tojärjestelmät ovat käytettävissäni riip- pumatta siitä, missä työskentelen.	<i>Ka 2.5</i> <i>Md 2.0</i>	<i>Ka 2.6</i> <i>Md 2.0</i>	<i>Ka 2.8</i> <i>Md 2.0</i>	<i>Ka 2.7</i> <i>Md 2.5</i>	<i>p = .682</i>
Tietojärjestelmät tukevat hyvin virtu- aalista vuorovaiku- tusta ja yhteistyötä.	<i>Ka 2.8</i> <i>Md 3.0</i>	<i>Ka 2.5</i> <i>Md 2.0</i>	<i>Ka 2.6</i> <i>Md 2.5</i>	<i>Ka 3.2</i> <i>Md 3.0</i>	<i>p = .201</i>

*Ka = keskiarvo, Md = mediaani.*



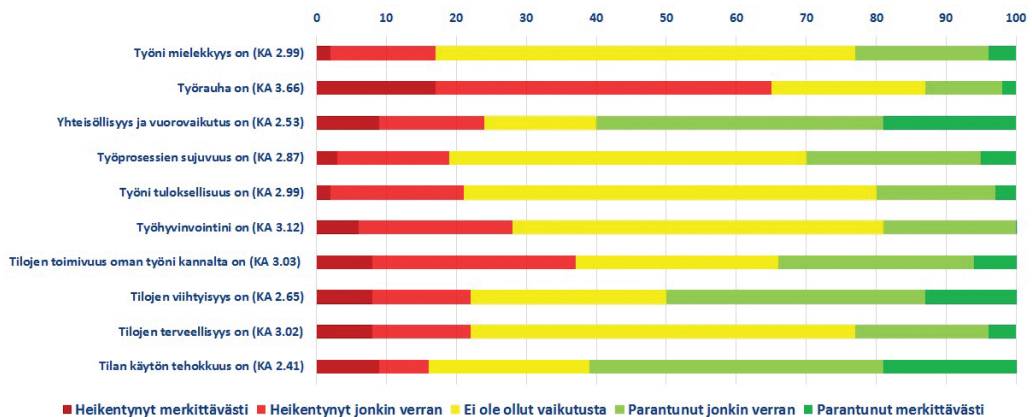
Taulukko 24. Monitilatoimistojen käytettävyys: Työrauha ja yksityisyys (Kruskall Wallisin testi, Ka, Md, asteikko 1 = täysin samaa mieltä – 5 = täysin eri mieltä).

	1 opetus- ja tutkimus (n = 36)	2 asiakaspalvelu/ asiantuntija (n = 45)	3 hallinto (n = 16)	4 kombi- naatiot (n = 18)	Ryhmi- en välinen ero p-arvo
Työn tekemiselle on riittävä rauha.	Ka 2.7 Md 2.0	Ka 3.1 Md 3.0	Ka 2.6 Md 2.0	Ka 2.8 Md 3.0	p = .181
<b>Täällä on paljon häiritseviä asioita.</b>	Ka 3.0 Md 3.0	Ka 2.7 Md 3.0	Ka 3.3 Md 4.0	Ka 3.4 Md 4.0	p = .079
<b>Toiset työpisteet ovat liian lähellä omaani.</b>	Ka 3.0 Md 3.0	Ka 3.2 Md 3.0	Ka 3.9 Md 4.0	Ka 3.6 Md 4.0	p = .040
Paikka tuntuu rauhattomalta.	Ka 3.1 Md 3.0	Ka 2.8 Md 3.0	Ka 3.5 Md 4.0	Ka 3.4 Md 4.0	p = .134
Työtilassa on riittä- västi näköesteitä.	Ka 3.1 Md 3.0	Ka 2.7 Md 2.0	Ka 2.4 Md 2.0	Ka 2.9 Md 3.0	p = .325
Jos en pysty keskittymään omassa työpisteessäni, voin siirtyä helposti rau- hallisempaan paik- kaan työskentele- mään.	Ka 3.4 Md 4.0	Ka 3.8 Md 4.0	Ka 3.3 Md 4.0	Ka 3.9 Md 4.0	p = .290
Täällä on helppo löytää paikka, jossa voin keskustella tai puhua puhelimessa asioista, joita en halua toisten kuulevan.	Ka 3.1 Md 3.5	Ka 3.4 Md 4.0	Ka 1.9 Md 2.0	Ka 3.8 Md 4.0	p = .001

Ka = keskiarvo, Md = mediaani. Kielteiset väittämät on tummennettu.

#### 4.4.5 Työympäristömuutoksen koetut vaikutukset

Monitilaratkaisuun siirtymisen arvioitiin parantaneen erityisesti yhteisöllisyyttä ja vuorovaikutusta (60 %) sekä lisänneen tilojen viihtyisyyttä (51 %) ja tilankäytön tehokkuutta (62 %). Sen sijaan työrauhan arvioitiin heikentyneen (65 %). Runsas puolet vastanneista koki, ettei työympäristömuutoksella ollut vaikutusta työprosessien sujuvuuteen, työn tuloksellisuuteen, työn mielekkyyteen tai työhyvinvointiin. Vastanneista 42 prosenttia koki toteutetun monitilaratkaisun myönteisenä ja vajaa kolmannes kielteisenä. (Kuvio 9.).



Kuvio 9. Työympäristömuutoksen koetut vaikutukset, %.

#### 4.4.6 Tilan käyttäjien työhyvinvointi ja koettu terveys

Henkilöstön työhyvinvointia tutkittiin työtyytyväisyyden, työn imun, koetun stressin ja työstä palautumisen arvioilla. Suurin osa vastaajista (75 %) oli tyytyväinen tai melko tyytyväinen työhönsä (asteikko: 1 erittäin tyytymätön – 5 erittäin tyytyväinen). Tulos oli hieman matalampi verrattuna suomalaisiin palkansaajiin, joista 86 % oli melko tai erittäin tyytyväisiä työhönsä (Työ- ja terveys Suomessa 2012). Yliopistojen kiristynyt taloustilanne, työsuhteiden epävakaisuus ja organisaatiouudistukset (Wilhelmsson 2016), saattavat osaltaan heijastua tämän tutkimuksen tuloksissa.

Työn imun kokonaisarvo (asteikko: 1 = ei koskaan – 7 = päivittäin) oli keskimäärin (4,44, Kh 1,22) ja sen osioiden keskiarvot olivat tarmokkuus 4,26 (Kh 1,41), omistautuminen 4,51 (Kh 1,45) ja uppoutuminen 4,60 (Kh 1,18). Tulokset ovat hieman korkeampia kuin suomalaisessa viiteaineistossa keskimäärin (Hakanen 2009). Vastanneista 22 % oli sitä mieltä, että työtilat vaikuttavat työn imua koskeviin tuntemuksiin melko tai erittäin paljon, 38 % jonkin verran ja 40 % vai vähän tai ei lainkaan.

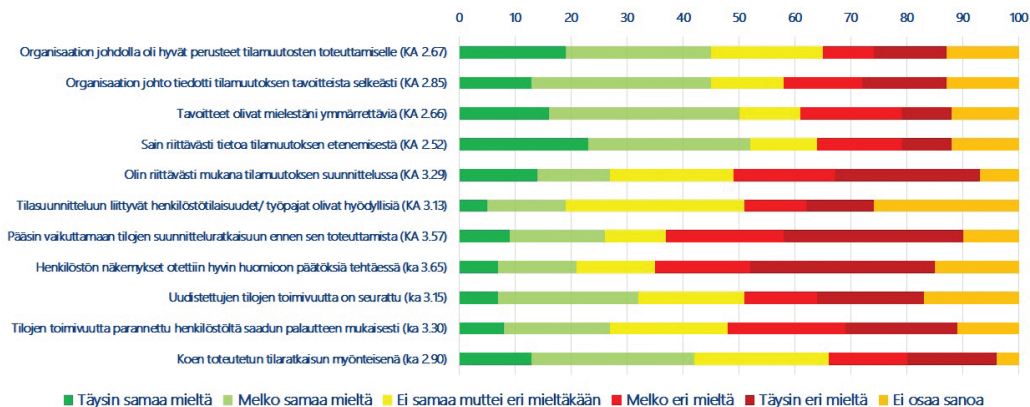
Stressiä ilmoitti kokevansa melko tai erittäin paljon 25 % vastaajista ja jonkin verran stressiä koki noin kolmannes (31 %). Vain vähän stressiä koki 32 % ja 13 % ei lainkaan. Melko tai erittäin paljon stressiä kokevien määrä oli selvästi suurempi kuin suomalaisten palkansaajien joukossa keskimäärin (8 %) (Työ ja terveys Suomessa 2012).

Yli puolet (52 %) arvioi palautuvansa työkuormituksesta melko tai erittäin hyvin, kohdallisesti palautuvia oli kolmannes (34 %) ja melko tai erittäin huonosti palautuvien osuus oli 13 %. Hyvin palautuvien osuus oli samaa luokkaa kuin suomalaisilla palkansaajilla keskimäärin (Työ ja terveys Suomessa 2012).

Monitilatoimistossa työskentelevistä 22 prosenttia arvioi terveydentilansa ikätovereihin verrattuna erittäin hyväksi, puolet (50 %) melko hyväksi, 27 prosenttia keskinkertaiseksi ja vain yksi prosentti erittäin tai melko huonoksi. Myös terveydentilaa arvioitiin kuten suomalaisten työssäkäyvien aineistossa keskimäärin (Työ ja terveys 2012).

#### 4.4.7 Arviot työympäristön muutosprosessista

Työympäristön muutosprosessia koskevat arviot jakaantuivat myönteiseen ja kielteiseen (Kuvio 10.). Lähes puolet (45 %) vastanneista koki, että organisaation johdolla oli hyvät perusteet tilamuutosten toteuttamiselle. Yhtä moni (45 %) koki, että johto tiedotti muutoksen tavoitteista selkeästi ja puolet (50 %) vastanneista arvioi, että tavoitteet olivat ymmärrettäviä. Omia osallistumis- ja vaikutusmahdollisuuksia tilasuunnitteluprosessissa arvioitiin kielteisemmin. Vastaajista 41 % koki myös, ettei tilojen käytettävyttä oltu parannettu henkilöstöltä saadun palautteen mukaisesti. Bjerrumin ja Bodgerin (2003) mukaan onkin tavallista, että työympäristön kehittämisprosessi päätetään liian aikaisin ja kokemusta tilojen käytöstä ei hyödynnetä tilojen edelleen kehittämiseksi.



Kuvio 10. Arviot työympäristön muutosprosessista, %

## 4.4.8 Kokemukset muutosprosessin toteutuksesta haastattelujen valossa

### 4.4.8.1 Henkilöstön suhtautuminen muutokseen

Muutosprosessin toteutukseen osallistuneiden haastateltujen avainhenkilöiden näkökulmasta työympäristömuutos oli perusteltu, koska kustannuksissa täytyi säästää ja osa tiloista oli vähällä käytöllä. Lisäksi jotkut tilat olivat päässeet huonoon kuntoon, joten uudenlaisten toimivampien ratkaisujen kokeilua pidettiin perusteltuna. Erityisen tärkeänä pidettiin sitä, että muutoksesta ja sen etenemisestä tiedotettiin avoimesti ja tehdyt ratkaisut perusteltiin.

*"Ylipäänsä se muutto varmaan oli ihan välttämätön. Että me muutettiin pois siitä vanhasta talosta, se alko olla jo niin huonos kunnossa. Sitten.. kyllä mun mielestä se, että etsitään toimivampia erilaisia, uudenlaisia ratkasuja ja kokeillaan niitä, kyl se mun mielestä on ihan perusteltuun. Meil on koko aika ollu se, että jos nämä osottautuu täysin mahdottomiks, ihmiset kokee et ei tääl voi työskennellä, niin sit mietitään muita vaihtoehtoja."*

Haastateltujen käsityksen mukaan osa henkilöstöstä suhtautui työympäristömuutokseen myönteisesti ja osa kielteisesti. Muutos aiheutti huolta erityisesti työrauhan heikentymisestä, säilytystilojen riittävydestä, työn sujumisesta ja työhyvinvoinnista. Haastateltavien kokemuksen mukaan etenkin tutkijat epäilivät uusien tilojen sopivuutta keskittymistä vaativaan työhön. Myös henkilöstöhallinto oli huolissaan luottamuksellisten asioiden käsittelymahdollisuuksista avoimissa tiloissa. Haastateltavien mukaan taustalla vaikuttivat paljolti mielikuvat perinteisistä avokonttoreista, joissa ei ole erillisiä tiloja rauhalliselle työskentelylle. Toisaalta yliopistolla omaa huonetta pidettiin hyvin vahvasti statussymbolina, josta ei haluttu luopua. Haastateltavat toivat esille, että osa henkilöstöstä oli sitä mieltä, että työtehtävät edellyttivät perinteistä työhuonetta. Tilojen mahdollistamaa yhteistyön ja yhteisöllisyyden lisääntymistä pidettiin kuitenkin myönteisenä asiana. Alkuvaiheen huolista huolimatta tilanne oli haastateltujen näkökulmasta tasaantunut ja lopputulokseen oli pääosin sopeuduttu.

*"Mut ainakin tos meidän talossa, kylhän kauheeta purnausta oli koko ajan ja tuntu, et eihän tätä jaksa kun kaikki on niin negatiivist. Mut kyl sitten kun oli asetuttu, ja vähän ne pelot hälvenneet, niin monet on ollu hyvinkin tyytyväisiä, et "joo kyl tää hyvin meni".*

*"Oma huone ja sen koko on niin pitkään ollut yksi tällöinen statussymboli, niin se edelleen hyvin vahvasti näkyy taustalla, vaikkei sitä sanottaiskaan."*

*"On tietysti työntekijöitä joilla on huoli. (He) katsoo et heidän työtehtävät edellyttää tällasta perinteistä omaa huonetta ja ovea ja hiljasta työskentelyä. ... meillä oli julkinen tilaisuus ekan kerran, niin siellä työntekijät itse kysy ja ehdotti että voisko, että tässä vois varmaan siirtyä myös tän tapasiin ratkasuihin. Et se osottaa, et ajassa on jotain muuttunu, et ihmiset tunnistaa omassa työnteossa, että toisenlaisetkin tilaratkaisut vois tukee paremmin."*

#### 4.4.8.2 Henkilöstön osallistuminen ja vaikutusmahdollisuudet

Henkilöstön osallistumismahdollisuudet uuden työympäristön suunnitteluun erosivat eri kohteissa. Haastateltavien kokemuksen mukaan henkilöstökyselyt tilojen suunnittelun pohjaksi olivat toimivia ja ne olisi ollut hyvä toteuttaa kaikissa kohteissa.

*"Mun mielestä näissä prosesseis on kyllä mennyt erinomaisen hyvin just se, et sitä henkilöstöä on osallistettu. Mä luulen et nää oli ensimmäisiä yliopiston prosesseja, missä todella lähetettiin se kysely..."*

*"Joo. Jossaki, kyseltiin perinpohjasesti, mutta toisissa ei mun mielestä kyselyt ollekaan. Mä itse pitäisin sitä hyvänä, et olis semmonen vaikuttamismahdollisuus."*

Haastateltavien mukaan osa henkilöstöstä kritisoi sitä, että todellisia vaikutusmahdollisuuksia suunnitteluratkaisuihin ei ollut.

*"Kyl se herätti tutkijoissa vähän semmost närkästystä, et heilt kysytään tämmösii asioita, ja sit kuitenkin he on ne, jotka kaiken tän lopputuloksena pistetään sinne avokonttoriin istumaan. Vaikka he siellä istuu kun tatit, omasta mielestään ainakin. Käytäntö on nyt osottanu, meillähän on ollu se politiikka, et kaikilla on nimetty työpiste myös siellä avotilassa. Ihan johtuen siitä, että meidän tutkimusala on semmonen, jossa vielä tosi paljon käytetään ihan fyysisii kirjoja, et niitten siirtäminen aina paikasta toiseen sen mukaan että "missä nyt tänään istuisin" niin on ihan mahdoton tehtävä."*

Osa henkilöstöstä pääsi vaikuttamaan joidenkin yhteistilojen materiaalivalintoihin sekä työpisteissä olevien sermien korkeuteen.

*"No... sen.. muuttotyöryhmän kesken valittiin kyllä tekstiilit. Aika pitkällehen sanottiin, et käytetään siellä valmiiks olevia kalusteita. Mut just ne oleskelutilat, olohuonekirjastot ja sit tämmöset yhteiset ja tutkijasalin materiaalit ja muut, niin nehän tuli kaikki uutena, et niihin päästiin vaikuttaa. Esimerkiks siihen noi tutkijat pääsi kyllä vaikuttamaan, että kun sinne oli alun perin piirretty vaan 120 senttiä korkeet hyllyt sinne niitten työpisteiden väleihin, niin ne sitten sai korotettua sen 160:een, se nyt on yks. Et siitä ei suoraa näköyhteyttä oo, vaikka sä nouset seisomaankin, niin ei välttämättä nää seuraavan työpisteseen. Se liike ei tavallaan häiritse siellä sitten vieres työskenteleviä niin paljon."*

#### 4.4.8.3 Asetettujen tavoitteiden saavuttaminen ja kehittämistarpeet

Työympäristön muutosprosessin tavoitteiksi oli asetettu tilatehokkuuden parantaminen sekä uudenlaisten vuorovaikutusta, yhteistyötä, yhteisöllisyyttä ja viihtyisyyttä lisäävien tilaratkaisujen toteuttaminen. Haastateltavat arvioivat, että asetetut tavoitteet saavutettiin pääosin hyvin ja palaute oli ollut melko myönteistä. Neliötavoitteet oli saavutettu suunnitellusti ja haastateltavat pitivät kokonaiskonsepteja toimivina. Muutoksella arvioitiin olleen vaikutusta eri yksiköiden ja yksilöiden välisen vuorovaikutuksen ja yhteisöllisyyden lisääntymiseen. Toisaalta joissakin kohteissa aikaisemmin hyvin toiminut yhteydenpito oli huonontunut, koska yhteistyön kannalta keskeisiä henkilöitä oli sijoitettu rakennuksen eri kerroksiin. Haastateltavat pitivät tiloja yleisesti ottaen viihtyisinä, vaikka eriäviäkin mielipiteitä sisustusratkaisuista esiintyi. Allergiavapaita materiaaleja kiiteltiin. Myös avotilojen akustiikkaan oltiin alun epäilyistä huolimatta pääosin tyytyväisiä. Kokonaisuudessaan tilat olivat aiempaa avoimemmat ja niissä oli erilaisia yhteisiä kohtaamispaikkoja, vetäytymistiloja sekä puhelinkoppeja.

*”Mä luulen että tää muutto, se että me sekotettiin tavallaan ihmisiä ja pakkaa vähän keskenään, kyl se on nimenomaan vahvistanu sitä meidän tiedekunnan yhteistä identiteettiä. Että ihmiset kokee kuuluvansa siihen, nimenomaan siihen tiedekuntayhteisöön. Kun aikasemmin se on ollu enemmän se, osasto-, oppiaineyhteisö missä on oltu tekemisissä. Nää meidän uudet tilat on tavallaan vahvistanu sitä semmosta myös, et ihmiset ihan eri oppiaineista kohtaa toisiaan eri tilanteissa.”*

*”Ja niin kun mä sanoin, niin 90 prosenttia ihmisistä yleensä sopeutuu hyvin nopeesti siihen uuteen tilanteeseen, ja pelkää sitä paljon enemmän etukäteen kuin millaiseksi se sitten osoittautuu. Yleensähan halutaan täysin hiljasta tilaa. Mut eihän tommonen avotoimisto, eihän se voi olla täysin hiljanen. Koska siellä jos kuka tahansa vaikka yskäsee, niin sit kaikki hätkähtää siihen. Kyl siellä jonkun näköstä ääntä täytyy pystyy kuulumaan. Mut sit pitää olla niitä vetäytymistiloja mihin voi mennä. Et se on se balanssi tilatyyppeiden välillä, mikä on kans ensiarvosen tärkeä. Ja vaikka tietenkään, eihän me voida pakottaa ihmisiä tilojen avulla liikkumaan.”*

Kehittämistarpeitakin esiintyi. Haastateltavat olivat saaneet palautetta, jonka mukaan tiloissa oli liikaa keskittymistä häiritsevää meluisuutta sekä oman tilan ja säilytystilan puutetta. Joissakin kohteissa vetäytymistiloja ja puhelinkoppeja olisi tarvittu enemmän, koska ne olivat aika ajoin varattuina. Lisäksi vetäytymistilojen äänieristyksessä oli parantamisen varaa. Osa olisi toivonut parempaa yksityisyyden suojaa ja korkeampia sermejä työpisteisiin. Joissakin kohteissa suuret verhottomat ikkunat päästivät sisään liikaa valoa, joka aiheutti häikäisyä.



*"Aika ajoin jonkin verran sieltä on tullu sitä palautetta, että joskus niitä vetäytymistiloja on liian vähän. Ja must se ongelma liittyy nimenomaan siihen, että jos ihmiselle tulee tarve, semmonen äkillinen tarve mennä puhumaan joku puhelu tai joku muu, niin sit se tavallaan valtaa sen vetäytymistilan sitä varten. Ja oikeestaan mun mielestä sinne olis pitäny tehdä jotain puhelinkoppeja tai semmosii, mihkä ois voinu vaan mennä tekee näitä tämmösii puhelimessa tehtäviä hommia. Että sitten ne vetäytymistilat olis oikeesti semmosta keskittynyttä työskentelyä varten. Tai sit just jotain yhteispalaveria varten."*

Osa haastateltavista toi lisäksi esille, että tietotekniset järjestelmät eivät mahdollistaneet riittävän sujuvaa työskentelyä paikkaa vaihdettaessa.

*"Yliopistol on se ongelma tiettyjen ohjelmistojen kanssa, et aina kaikki ei toimi langattoman verkon kautta. Esimerkiks et jos otat telakasta irti koneen, niin se saattaa se verkkoyhteys häiriintyä ja kone saattaa vielä vähän suuttuu siitä ja sit se junnaa siel vartin ennen kun se suostuu uudelleen toimimaan. Niin semmostahan ei saa olla tämmösessä."*



## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET

### 5.1 Sisäympäristön laatu monitila- ja huonetoimistoissa

Tässä tutkimuksessa kaikki havaitut epäpuhtauspitoisuudet sekä monitila- että huonetoimistoissa olivat nykytietämyksen mukaan alle pitoisuustasojen, joista voisi aiheutua tilan käyttäjille terveyshaittaa. Havaituista sisäilman epäpuhtauksista voidaan yhteenvetona todeta seuraavaa:

- Sisäilman **bakteeripitoisuudet** olivat vähän korkeampia monitilatoimistoissa kuin huonetoimistoissa.
- Sisäilman bakteeripitoisuudet olivat korkeampia työtiloissa, joissa oli useita työpisteitä, kuin yhden henkilön työhuoneessa.
- Sisäilman bakteeripitoisuudet olivat korkeampia tiloissa, joissa oli lattiamateriaalina tekstiilimatto kuin tiloissa, joissa oli lattiapinnoitteena linoleum.
- **Endotoksiinipitoisuudet** laskeutuneessa pölyssä olivat korkeampia monitilatoimistoissa kuin huonetoimistoissa.
- Endotoksiinipitoisuudet laskeutuneessa pölyssä olivat korkeampia tiloissa, joissa oli sijoitettuna useampia työpisteitä kuin tiloissa, joissa oli vain yksi työpiste.
- Endotoksiinipitoisuudet laskeutuneessa pölyssä olivat korkeampia tiloissa, joissa oli tekstiilimatto kuin tiloissa, joissa oli lattiapinnoitteena linoleum.
- **Punkkiallergeenipitoisuudet** olivat hyvin alhaisia sekä monitila- että huonetoimistoissa; monitilatoimistoissa havaittiin vähän suurempia pitoisuuksia kuin huonetoimistoissa ja tiloissa, joissa oli linoleum-matto, pitoisuudet olivat alle määritysrajojen.
- Korkeimmat **kissa- ja koira-allergeenipitoisuudet** laskeutuneessa pölyssä mitattiin tiloissa, joissa oli useampia työpisteitä (monitilatoimistoissa ja kirjastossa); lattiamateriaalin vaikutusta pitoisuuksiin vähentävästi tai kohottavasti ei havaittu.
- Sisäilman **hiilidioksidipitoisuuksissa** ei havaittu juurikaan eroja huone- ja monitilatoimistojen välillä.
- Sisäilman **hiukkaspitoisuuksien** keskiarvot olivat samaa tasoa huone- ja monitilatoimistoissa.



Lisäksi todettiin, että huonelämpötilat olivat halutussa tavoitetasossa (S2 luokitus) tai lähellä sitä; monitilatoimistoissa lämpötilat olivat pääsääntöisesti hieman korkeampia. Kummassakaan tilaratkaisussa (huone- ja monitilatoimisto) ei havaittu mittauksin teollisia mineraalikuituja sisäympäristössä. Katselmoiduissa kohteissa A, B, C ja D tutkija havaitsi hajuhaittoja kohteissa A, C ja D. Kohteessa C tutkija havaitsi aulaassa mikrobiperäistä hajuhaittaa, mutta haitta ei ulottunut tässä tutkimuksen kohteena oleviin tiloihin. Kohteiden lähtötietojen ja rakennusteknisten katselmusten havaintojen perusteella kohteissa (A, B, C ja D) esiintyy tekijöitä, joilla voi olla vaikutusta sisäilman laatuun. Tällaisia tekijöitä olivat esimerkiksi rakennuksissa A ja D välipohjien orgaaninen materiaali ja rakennuksissa A, C ja D vanhat vedeneristysmateriaalit. Kohteissa havaittiin hajuhaittoja, kuten materiaaliemissioihin viittaavia hajuja. Kyseessä olevia sisäilman laatuun vaikuttavia kaikkia tekijöitä ei havaittu hankkeessa tarkasteltavissa huoneissa tai toimistotiloissa (tarkemmin kappaleessa 4.1.1). Rakenteissa olevien epäpuhtauksien kulkeutumiseen sisäilmaan vaikuttaa moni tekijä. Näitä tekijöitä ovat rakenteiden tiiviys, rakennusmateriaalit ja niiden ominaisuudet, tilojen väliset paine-erot sekä paine-erot rakennuksen ja ulkoilman välillä. Sisäilman laadun mittauksilla ei voida todentaa rakenteissa olevia epäpuhtauksia ja niiden laajuutta eikä useinkaan rakenteista tai rakenteiden kautta kulkeutuvia epäpuhtauksia sisäilmaan, mikä johtuu sisäilman epäpuhtauspitoisuuksien suuresta ajallisesta ja paikallisesta vaihtelusta sekä mittaamiseen liittyvistä epävarmuustekijöistä. Tässä tutkimuksessa rakenteissa mahdollisesti olevien epäpuhtauslähteiden selvää vaikutusta sisäilmaan ei havaittu sisäilman laadun mittaustuloksissa. On kuitenkin huomioitava, että tutkimuksessa tehtiin vain rajallisia mikrobiologisia mittauksia. Kemiaalisia yhdisteitä ei, hiilidioksidia lukuun ottamatta, mitattu lainkaan. Osa mitatuista epäpuhtauksista, kuten eläinallergeenit, ovat luonnollisesti riippumattomia rakennuksen rakenteista ja niiden kunnosta.

Tilan käyttäjät voivat aistia rakenteista peräisin olevat epäpuhtaudet huonona sisäilman laatuna. Tutkimukseen ei kuulunut rakenteiden epäpuhtauslähteiden todentamista kuntotutkimusmenetelmin. Rakenteista mahdollisesti peräisin olevat epäpuhtaudet ja aistitut hajuhaitat voivat vaikuttaa tilojen käyttäjien kokemukseen sisäilman laadusta.

## 5.2 Sisäilmastokyselyssä raportoidut työympäristöön liittyvät haitat ja oireet

Sisäilmastokyselyllä selvitettiin koettuja työympäristöhaittoja ja työhön liittyviä oireita. Pääsääntöisesti tutkitussa kohteessa tilojen käyttäjien kokemat työympäristöhaitat ja heidän ilmoittamansa työhön liittyvät oireet olivat Työterveyslaitoksen vertailuaineiston tasoa alhaisemmat.

Perinteisissä huonetoimistoissa tunkkaista, huonoa ja kuivaa ilmaa sekä riittämätöntä ilmanvaihtoa koettiin jonkin verran enemmän kuin monitilatoimistoissa, joissa sen sijaan raportoitiin huomattavasti enemmän alhaisesta lämpötilasta, vedosta, melusta, heikosta valaistuksesta ja liasta ja pölystä. Keskittymisvaikeuksia (molemmat toimistotyytit), pään raskautta (perinteiset huonetoimistot) ja lihaskipuja ja muita oireita (monitilatoimistot) raportoitiin tutkimusaineistossa enemmän kuin Työterveyslaitoksen verrokkiaineistossa. Perinteisissä huonetoimistoissa keskittymisvaikeutta raportoitiin hieman vähemmän kuin monitilaympäristössä.

## 5.3 Ympäristöherkkyyšnäkökulman tarkastelu suhteessa sisäilmastokyselyyn

Ympäristöherkkyyttä kartoittava QEESI-kyselyn osio, jolla arvioidaan yksilöllistä reaktiivisuutta kemikaalien hajuille, tuo uuden näkökulman ympäristötekijöihin liittyvän oireilun syihin. Mikäli yksilö reagoi ympäristötekijöihin herkästi, oireita ja haittaa koetaan vähäisillä altistumisen tasoilla ja oireilu poikkeaa muiden kokemasta. Näin ollen ympäristöherkkyyden tunnistamisen sisällyttäminen osaksi ympäristöön liittyvän oireilun taustaselvitystä sisäilmastokyselyn oheen on yksi tärkeä jatkokehittämisen kohde.

## 5.4 Objektiivisesti mitatun tulehdustilan merkitys työntekijöiden koettuun oireiluun

Verikokeisiin osallistui vain pieni osa työntekijöistä, joten yleistettäviä johtopäätöksiä ei voida tehdä. Tässä hankkeessa näytteistä tutkittujen tulehdustilamarkkerien (=sytokiinivälittäjäaineita) tasot olivat matalia ja normaalirajoissa (Silvennoinen & Hurme, 2003). Tilastollisesti merkitsevät erot havaittiin oireilevien ja oireettomien välillä IL13-, TNF-alfa- ja IL10- pitoisuuksissa, mutta siten että oireilevilla oli matalammat arvot. Löydös ei ole suoraan selitettävissä myöskään näiden sytokiinien tulehduksen välittäjäfunktioilla, koska TNF-alfa on proinflammatorinen, kun taas IL-10 ja IL-13 ovat anti-inflammatorisia sytokiineja. Yhteenvedona voidaan todeta, etteivät ne selitä työntekijöiden koettua oireilua.

Perinteisissä toimistohuoneissa ja monitilatoimistoissa työskentelevien välillä ei havaittu eroja tutkittujen henkilöiden tulehdustilaa kuvaavissa merkkiaineissa.

## 5.5 Monitilaratkaisujen koettu käytettävyys ja tilan käyttäjien hyvinvointi

Suurin osa henkilöstöstä oli tyytyväinen työympäristöönsä kokonaisuutena. Tilat arvioitiin työtehtävien kannalta pääosin sopiviksi ja tarkoituksenmukaisiksi. Monitilaympäristöön siirtymisen koettiin parantaneen yhteisöllisyyttä ja vuorovaikutusta sekä lisänneen tilojen viihtyisyyttä. Aiemman tutkimuksen tavoin työrauhan ja yksityisyyden koettiin heikentyneen. Keskittymistä haittaavina tekijöinä tuotiin esille puheäänien läheisistä työpisteistä ja liike näkökentässä, vetäytymistilojen vähäisyys sekä riittämätön äänieristys vetäytymistiloissa. Tietojärjestelmät eivät tukeneet kaikilta osin mobiilia työskentelyä ja virtuaalista vuorovaikutusta.

Toteutetut tilaratkaisut tukivat parhaiten hallinto-, asiantuntija- ja asiakaspalvelutyötä, joissa korostui useamman kuin yhden asian hoitaminen, koordinointi ja organisointi sekä jatkuva vuorovaikutus asiakkaiden tai muiden työntekijöiden kanssa. Opetus- ja tutkimustyössä, jossa korostui uuden suunnittelu ja ideointi sekä täydellistä keskittymistä vaativat jaksot, monitilaratkaisu ei tukenut työn vuorovaikutus- ja yhteistyötarpeita eikä ryhmässä työskentelyä yhtä hyvin kuin muissa tutkimuksissa tehtävissä. Uusien tilaratkaisujen myötä tiedekuntien välistä yhteistyötä oli pyritty lisäämään sijoittamalla eri oppiaineiden tutkijoita samoihin tiloihin. Toisaalta taas tiedekuntien sisällä yliopiston henkilöstöä oli eriytetty siten, että aiemmin samassa kerroksessa työskennelleet hallintohenkilöstö, opettajat ja tutkijat saattoivat nyt työskennellä eri kerroksissa. Myös nämä muutokset monitilaratkaisuun siirtymisen ohella ovat voineet heijastua opetus- ja tutkimus-työtä tekevien yhteistyötä ja vuorovaikutusta koskeviin arvioihin sekä yhteisöllisyyden kokemuksiin tiloissa.

Henkilöstön osallistumis- ja vaikutusmahdollisuuksia uusien tilojen suunnitteluprosessissa arvioitiin kriittisesti. Merkittävä osa vastaajista koki myös, ettei tilojen käytettävyyttä oltu parannettu henkilöstöltä saadun palautteen mukaisesti.

Suurin osa vastaajista oli tyytyväinen työhönsä. Paljon työn imua mutta myös stressiä kokevien määrät olivat suurempia kuin suomalaisten työssäkäyvien aineistossa keskimäärin. Työkuormituksesta hyvin palautuvien osuus oli samaa luokkaa kuin viiteaineistossa.

## 5.6 Yhteenveto sekä jatkotutkimus- ja kehittämistarpeet

Tieto tilojen eri käyttäjäryhmien työn sisällöstä ja vaatimuksista, näkemys siitä miten työ muuttuu tulevaisuudessa sekä ymmärrys hyvinvointia tukevasta työympäristöstä tulee ottaa tilojen suunnittelun lähtökohdiksi. Sama tilaratkaisu ei sovi kaikille käyttäjäryhmille ja onkin varottava monitilaratkaisujen kritiikitöntä monistamista eri konteksteihin.

Monitilaratkaisuja suunniteltaessa tulee kiinnittää erityistä huomiota työrauhaa lisääviin tekijöihin, kuten esimerkiksi avointen työtilojen toimivaan pohjaratkaisuun, hyvään akustiseen suunnitteluun, vetäytymistilojen riittävään määrään ja äänieritykseen. Näillä voidaan tukea työsuoritusta ja työhyvinvointia. Jotta monitilaympäristöä voidaan käyttää tarkoitetulla tavalla, tietotekniikan tulee mahdollistaa paperiton työskentely ja tukea mobiilia ja liikkuvaa työskentelyä. Työyhteisöissä on lisäksi hyvä sopia yhteisistä toimintatavoista ja pelisäännöistä, jotka edistävät työn sujumista, ehkäisevät häiriöitä ja turhia keskeytyksiä sekä konfliktien syntymistä. Työympäristömuutoksessa ei ole kysymys ”pelkästään” tilamuutoksesta vaan muutos merkitsee myös uudenlaisia työtapoja ja työkuultuuria.

Hyvä viestintä ja henkilöstöä aidosti osallistavat toimintatavat tilasuunnittelussa ovat keskeisiä kun tavoitellaan onnistunutta työympäristömuutosta. Tärkeää prosessissa on henkilöstön odotusten ja todellisten vaikutusmahdollisuuksien kohtaaminen, jotta vältetään turhautumiselta ja pettymyksiltä. Osallistumisen reunaehdot tulee olla avoimesti ilmaistuja. Työympäristön kehittäminen on jatkuva prosessi, jossa henkilöstön kokemus tilojen käytöstä tulee hyödyntää tilojen edelleen kehittämiseksi. Toimivien tilaratkaisujen ohella tarvitaan tutkimustietoa myös työympäristömuutoksen hyvistä käytännöistä sekä osallistuvan suunnittelun toimintamalleista.

Tilamuutoksissa on tärkeää huomioida koko rakennuksen ja talotekniikan kunto sekä elinkaaren vaihe. Kunnossa olevat, oikein suunnitellut, oikea-aikaisesti huolletut ja korjatut rakenteet sekä talotekniikka edistävät hyvää sisäilmaston laatua. Tämän tutkimuksen mukaan sisäympäristön epäpuhtauspitoisuudet olivat pääosin alhaista tai tavanomaista toimistoympäristölle kuvattua tasoa - olipa tilaratkaisuna monitilatoimisto tai huonetoimisto. Korkeimmat epäpuhtauksien pitoisuudet mitattiin pääsääntöisesti monitilatoimistoissa. Tässä hankkeessa kerätyssä mittausaineistossa kohonneet epäpuhtauspitoisuudet olivat yhteydessä työtilaan, jossa oli tekstiilimatto ja työtilaan, jossa oli useampia työpisteitä. Käytetyllä tutkimusasetelmalla ei voida haluta kaikkia sisäilmastoon vaikuttavia tekijöitä: tutkimustulosten perusteella ei voida tehdä syy-seuraus johtopäätöksiä. Myös tutkitut näytemäärät olivat rajallisia otoksia ja on suositeltavaa, että tutkimusta uusien materiaalien, tilaratkaisujen ja toiminnallisten ratkaisujen vaikutuksesta sisäilmastoon jatketaan ja epäpuhtauksien tunnistamista laajennetaan esim. kemiallisiin yhdisteisiin.



Kyselyt mahdollistavat varhaisen puuttumisen merkittäväksi koettuihin ympäristöhaittoihin. Ympäristön kemikaalien hajuille, joita ei pääosin esiinny toimistoympäristössä, herkkiä voitiin tunnistaa kyselyn avulla ja herkkyys oli yhteydessä kokemukseen työympäristöön liittyvistä haitoista ja oireista. Ympäristötekijöille herkkyyden selvittäminen tuo ymmärrystä oireiden moninaisista syistä ja siten parantanee mahdollisuuksia päätyä oikeisiin ratkaisuihin työhyvinvoinnin lisäämiseksi. Herkkyyskyselyn kehittäminen ja validointi sisäilmastokyselyn oheen on jatkokehittämisen kohde. Työntekijöiden tulehdustilamääritykset eivät olleet yhteydessä oireiluun tai työtilaratkaisuihin. Tutkimuksessa ei todettu tulehdustekijäprofiileja, jotka toimisivat markkeereinä vastaavissa tiloissa työskentelevien seurantaan. Tässä hankkeessa työympäristö- ja hyvinvoinnin kyselyn ja sisäympäristöselvitysten tulokset tukivat melko hyvin toisiaan ja niiden avulla saatiin laaja kokonaiskuva monitilatoimistojen sisäympäristöstä ja käyttäjien kokemuksista.

Digitalisaatio, muuttuva työ ja uudet työn tekemisen tavat vaikuttavat tilan käyttöön ja tilatarpeisiin. Työtehtävät ovat muuttuneet entistä vaativammiksi sekä henkisesti että kognitiivisesti ja edellyttävät jatkuvaa oppimista. Tietotyön kuormitustekijöissä korostuvat yhä kasvava tietotulva ja erilaiset keskeytykset. Jatkossa tarvitaan edelleenkin tieteelliseen tutkimukseen perustuvaa tietoa uudenlaisten toimitilaratkaisujen, kuten monitilatoimistojen, tilojen yhteiskäytön ja yhteisöllisten työtilojen käytettävyydestä, sisäympäristön laadusta sekä vaikutuksesta työhyvinvointiin ja tuottavuuteen. Tutkimustietoa puuttuu erityisesti pitkäaikaisvaikutuksista. Alueen tutkimus kaipaakin myös fokusointia. Aiemmassa tutkimuksessa tilan käyttäjiä on tarkasteltu useimmiten homogeenisena kokonaisuutena vaikka eri tehtävien vaatimukset ovat saattaneet poiketa merkittävästi toisistaan. Tässä tutkimuksessa monitilaratkaisun käytettävyyttä tutkittiin suhteessa eri käyttäjäryhmien työn sisältöihin, mikä avasi tarkasteluun uusia näkökumia. Samoin tutkittavien tilaratkaisujen yksityiskohmainen kuvaaminen tutkimusraporteissa auttaisi konkretisoimaan työympäristöjä, vertailemaan paremmin eri tutkimusten tuloksia keskenään sekä tuottamaan käytännön esimerkkejä hyvistä ja huonoista ratkaisuista.

## LÄHTEET

- Akpinar-Elci, M., White, S. K., Siegel, P. D., Park, J. H., Visotcky, A., Kreiss, K. & Cox-Ganser, J. M. 2013. Markers of upper airway inflammation associated with microbial exposure and symptoms in occupants of a water-damaged building. *Am J Ind Med* 56(5): 522-530.
- Andersson, K. 1998. Epidemiological Approach to Indoor Problems. *Indoor Air* 1998; Suppl. 4:32-39.
- Appel-Meulenbroek, R., Kemperman, A., & Hoendervanger, J. 2015. Differences in employee satisfaction in new versus traditional work environments. Conference paper 14th EuroFM Research Symposium. EuroFM research papers, 1-10.
- Asumisterveysasetus 545/2015. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Annettu Helsingissä 23 päivänä huhtikuuta 2015. Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150545> (luettu 3.11.2016)
- Berg, N.D., Linneberg, A., Dirksen, A., Elberling, J. 2008. Prevalence of self-reported symptoms and consequences related to inhalation of airborne chemicals in a Danish general population. *Int Arch Occup Environ Health*. 2008 Jul;81(7):881-7.
- Bjerrum, E. & Bodker, S. 2003. Learning and living in the "new office". Proceedings of the eighth European conference on computer-supported cooperative work. Helsinki, Finland.
- Bonetta, S., Bonetta S., Mosso, S., Sampo, S., Carraro, E. 2010. Assessment of microbiological indoor air quality in an Italian office building equipped with an HVAC system. *Environmental Monitoring and Assessment*. 161: 473-483.
- Bodin Danielsson, C., Bodin, L., Wulff, C. & Theorell, T. 2015. The relation between office type and workplace conflict: A gender and noise perspective. *Journal of Environmental Psychology* 42, 161-171.
- Bodin Danielsson, C. & Bodin, L. 2008. Office type in relation to health, well-being, and job satisfaction among employees. *Environment and behavior* 40 (5), 636-668.
- Bodin Danielsson, C. & Bodin, L. 2009. Differences in satisfaction with office environment among employees in different office types. *Journal of architectural and planning research* 26 (3), 241-257.
- Bosch-Sijtsema, P., Ruohomäki, V. & Vartiainen, M. 2010. Multi-locational knowledge workers in the office: navigation, disturbances and effectiveness. *New Technology, Work and Employment* 25 (3), 183-195.

- Bouillard, L., Michel, O., Dramix, M. & Devleeschouwer, M. 2005. Bacterial contamination of indoor air, surfaces, and settled dust, and related dust endotoxin concentrations in healthy office buildings. *Ann Agric Environ Med*. 12: 187-192.
- Brauer, C., Kolstad, H., Orbaek, P., Mikkelsen, S. 2006. No consistent risk factor pattern for symptoms related to the sick building syndrome: a prospective population based study. *Int Arch Occup Environ Health* 2006;79(6):453-64.
- Brunia, S., De Been, I. & van der Voordt, T.J.M. 2016. Accommodating new ways of working: lessons from best practices and worst cases. *Journal of corporate real estate*, 18 (1), 30-47.
- Chatzidiakou, L. D. M., Summerfield, A.J., Taubel, M., Hyvärinen, A. 2015. Indoor air quality in London schools. Part 2: long-term integrated assessment. *Intelligent Buildings International* 7(2-3): 130-146.
- Dantoft, T.M., Andersson, L., Nordin, S., Skovbjerg, S. 2015. Chemical intolerance. *Curr Rheumatol Rev* 2015;11(2):167-84.
- De Been, I. & Beijer, M. 2014. The influence of office type on satisfaction and perceived productivity support. *Journal of Facilities Management* 12 (2), 142-157.
- De Been, I., Beijer, M. & Den Hollander, D. 2015. How to cope with dilemmas in activity based work environments - results from user-centred research. Conference paper 14th EuroFM Research Symposium. EuroFM research papers, 1-10.
- Frankel, M., Beko, G., Timm, M., Gustavsen, S., Hansen, E. W. & Madsen, A. M. 2012. Seasonal variations of indoor microbial exposures and their relation to temperature, relative humidity, and air exchange rate. *Appl Environ Microbiol* 78(23): 8289-8297.
- George, C.L.S., Jin, H. ym. 2001. Endotoxin responsiveness and subchronic grain dust-induced airway disease. *Am. J. Physiol. Lung Cell. Mol. Physiol* 280(2): 203-213.
- Gereda, J.E., Klennert, M.D., Price, M.R., Leung, D.Y. & Liu, A.H. 2001. Metropolitan home living conditions associated with indoor endotoxin levels. *J Allergy Clin Immunol* 107(5): 790-796.
- Glofit-Szymczak, M. & Gorny, R.L. 2010. Bacterial and fungal aerosols in air-conditioned office buildings in Warsaw, Poland – the winter season. *Int J Occup Saf Ergon*. 16: 465-476.
- Gravesen, S., Larsen, L., ym. 1986. Demonstration of microorganisms and dust in schools and offices. *Allergy* 41: 520-525.





Haapamäki, J., Hietanen, P., Mikkonen V., Nenonen, S., Niemi, O., Nissinen, S., Rantanen, A., Ruoppila, S., Staffans, A., Teräväinen, H., Tyvimaa, T., Vartiainen, M. & Vuorela, M. 2011. Uudet työnteon tavat haastavat kehittämään työympäristöjä. Käyttäjälähtöiset tilat. Uutta ajattelua tilojen suunnitteluun. Helsinki: Tekesin julkaisu 12/2011, 13-18.

Hakanen, J. 2009. Työn imun arviointimenetelmä (Utrecht Work Engagement Scale). Työn imu –menetelmän käyttäminen, validointi ja viitetiedot Suomessa. Helsinki: Työterveyslaitos. <URL:[http://www.ttl.fi/fi/verkkokirjat/tyon\\_imun\\_arviointimenetelma/Documents/Työn\\_imu\\_arv\\_men.pdf](http://www.ttl.fi/fi/verkkokirjat/tyon_imun_arviointimenetelma/Documents/Työn_imu_arv_men.pdf)> Luettu 30.8.2016.

Harris, D. 2000. Environmental Quality and Healing Environments: A Study of Flooring Materials in a Healthcare Telemetry Unit [Dissertation]. Dissertation Abstracts International, 4202(00), DAI-A61/11. (University Digital no. AAT 9994253). Texas, Department of Architecture, Texas A&M University, College Station, TX.

Heinonen-Guzejev, M., Koskenvuo, M., Mussalo-Rauhamaa, H., Vuorinen, H.S., Heikkilä, K., Kaprio, J. 2012. Noise sensitivity and multiple chemical sensitivity scales: properties in a population based epidemiological study. Noise Health. 2012 Sep-Oct;14(60):215-23.

Horick, N., Weller, E., ym. 2006. Home endotoxin exposure and wheeze in infants: correction for bias due to exposure measurement error. Environ. Health Perspect 114(1): 135-140.

Hojo, S., Kumano, H., Yoshino, H., Kakuta, K., Ishikawa, S. 2003. Application of Quick Environment Exposure Sensitivity Inventory (QEESI) for Japanese population: study of reliability and validity of the questionnaire. Toxicol Ind Health. 2003;19(2-6):41-9.

Hojo, S., Ishikawa, S., Kumano, H., Miyata, M., Sakabe, K. 2008. Clinical characteristics of physician-diagnosed patients with multiple chemical sensitivity in Japan. Int J Hyg Environ Health. 2008;211(5-6):682-9.

Huang, L.L., Ikeda, K., Hojo, S., Kagi, N., Juan, H.C., 2014. Study of the different cutoff point of the qeesi questionnaire as a Screening Tool for Sick Building Syndrome Diagnoses in Taiwan. Journal of Asian Architecture and Building Engineering 2014; 13(2): 507 – 513.

Instanes, C., Hetland, G., ym. 2005. Allergens and endotoxin in settled dust from day-care centers and schools in Oslo, Norway. Indoor Air 15: Indoor Air

Jamriska, M., Morawska, L., Clark, B.A. 2000. Effect of ventilation and filtration on submicrometer particles in an indoor environment. Indoor Air 2000;10(1):19-26.

Joseph, A. 2006a. The impact of the environment on infections in healthcare facilities. Concord, CA, The Center for Health Design. Issue Paper #1: 19. Saatavilla: [http://www.healthdesign.org/sites/default/files/Impact%20of%20the%20Environment%20on%20Infections%20in%20HC%20Facilities\\_0.pdf](http://www.healthdesign.org/sites/default/files/Impact%20of%20the%20Environment%20on%20Infections%20in%20HC%20Facilities_0.pdf) (luettu 8.12.2016).

Joseph, A. 2006b. The role of the physical and social environment in promoting health, safety, and effectiveness in the healthcare workplace. The Center for Health Design, California. Saatavilla: <https://www.healthdesign.org/chd/research/role-physical-and-social-environment-promoting-health-safety-and-effectiveness-healthca> (luettu 31.10.2016)

Koistinen, K.J., Edwards, R.D., Mathys, P., Ruuskanen, J., Kunzli, N., Jantunen, M.J. 2004. Sources of fine particulate matter in personal exposures and residential indoor, residential outdoor and workplace microenvironments in the Helsinki phase of the EXPOLIS study. *Scand J Work Environ Health* 2004;30 Suppl 2:36–46.

Lappalainen, S., Salonen, H., Salmi, K., Reijula, K. 2013. Indoor air particles in office buildings with suspected indoor air problems in the Helsinki area. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*. 26(1):155-164.

Larsson, L., Szponar, B. & Pehrson, C. 2004. Tobacco smoking increases dramatically air concentrations of endotoxin. *Indoor Air* 14(6): 421-424.

Leese, K.E., Cole E.C., ym. 1997. Measurement of airborne and floor dusts in a non-problem building. *American Industrial Hygiene Association Journal* 58: 432-438.

Lim, F.L., Hashim, Z., Than, L.T., Said, S., Hisham Hashim, J., Norbäck, D. 2015 Asthma, Airway Symptoms and Rhinitis in Office Workers in Malaysia: Associations with House Dust Mite (HDM) Allergy, Cat Allergy and Levels of House Dust Mite Allergens in Office Dust. *PLoS One*. 2015 Apr 29;10(4):e0124905. doi: 10.1371/journal.pone.0124905. eCollection 2015.

Liu, A.H. 2002. Endotoxin exposure in allergy and asthma: Reconciling a paradox. *J. Allergy Clin. Immunol* 109(3): 379–392.

Lonka, K., Vaara, L. & Sandström, N. 2015. Promoting meaningful learning. Teoksessa Nenonen, S., Kärnä, S., Junnonen, J.-M., Tähtinen, S. & Sandström, N. (toim.), *Oppiva Kampus - How to co-create campus?* Tampere: Suomen yliopistokiinteistöt Oy, 304-319.

Macher, J.M., Tsai, F.C., Burton L.E. & Liu, K.S. 2005. Concentrations of cat and dust-mite allergens in dust samples from 92 large US office buildings from the BASE Study. *Indoor Air* 15: 82-88.

- Meijer, E.M., Frings-Dresen, M.H.W. & Sluiter, J.K. 2009. Effects of office innovation on office workers' health and performance. *Ergonomics* 52 (9), 1027-1038.
- Mazique, D., Diette, G. B., Breyse, P.N., Matsui, E.C., McCormack, M.C., Curtin-Brosnan, J., Williams, D.L, Peng, R.D. & Hansel, N.N. 2011. Predictors of airborne endotoxin concentrations in inner city homes. *Environ Res* 111(4): 614-617.
- McElroy, J.C. & Morrow, P.C. 2010. Employee reactions to office redesign: A naturally occurring quasi-field experiment in a multi-generational setting. *Human relations* 63 (5), 609-636.
- Meadow, J.F., Altrichter, A.E., Kembel, S.W., Kline, G., Mhuireach, ym. 2014. Indoor air-borne bacterial communities are influenced by ventilation, occupancy, and outdoor air source. *Indoor Air*. 24: 41-48.
- Meklin, T., Putus, T., ym. 2008. Koulurakennusten kosteus- ja homevauriot - Opas ongelmien selvittämiseen. Kansanterveyslaitoksen julkaisu C 2/2008. Helsinki, Kansanterveyslaitos.
- Miller, C.S. & Prihoda, T.J. 1999a. A controlled comparison of symptoms and chemical intolerances reported by Gulf War veterans, implant recipients, and persons with multiple chemical sensitivity. *Toxicol Ind Health*. 1999;15(3-4):386-97.
- Miller, C.S. & Prihoda, T.J. 1999b. The Environmental Exposure and Sensitivity Inventory (EESI): a standardized approach for measuring chemical intolerances for research and clinical applications. *Toxicol Ind Health*. 1999;15(3-4):370-85.
- Morawska, L. & Zhang, J.J. 2002. Combustion sources of particles. 1. Health relevance and source signatures. *Chemosphere* 2002;49(9):1045-58.
- Norbäck D. 2009. An update on sick building syndrome. *Curr Opin Allergy Clin Immunol* 9(1): 55-9.
- Nordin, S. & Andersson, L. 2010. Evaluation of a Swedish version of the Quick Environmental Exposure and Sensitivity Inventory. *Int Arch Occup Environ Health* 83: 95-104.
- Ownby, D.R., Peterson, E.L., Wegienka, G., Woodcroft, K.J., Nicholas, C., Zoratti, E. & Johnson, C. C. 2013. Are cats and dogs the major source of endotoxin in homes? *Indoor Air* 23(3): 219-226.
- Park, J. H., Gold, D.R., ym. 2001. House dust endotoxin and wheeze in the first year of life. *A. J. Respir. Crit. Care Med* 163(2): 322-328.

Park, J.H., Cox-Ganser, J., Rao, C., Kreiss, K. 2006 Fungal and endotoxin measurements in dust associated with respiratory symptoms in a water-damaged office building. *In-door Air*. 2006 Jun;16(3):192-203.

Parker, J.L., Larson, R.R., Eskelson, E., Wood, E.M., Veranth, J.M. 2008. Particle size distribution and composition in a mechanically ventilated school building during air pollution episodes. *Indoor Air* 2008;18(5):386–93.

Parking, J.K., Austin, S.A., Pinder, J.A., Baguley, T.S. & Allenby, S.N. 2011. Balancing collaboration and privacy in academic workspaces. *Facilities* 29, (1/2), 31-49.

Perzanowski, M.S., Miller, R.L., Thorne, P.S., Barr, R.G., Divjan, A., Sheares, B. J., Garfinkel, R.S., Perera, F.P., Goldstein, I. F. & Chew, G.L. 2006. Endotoxin in inner-city homes: associations with wheeze and eczema in early childhood. *J Allergy Clin Immunol* 117(5): 1082-1089.

Platts-Mills, T.A.E., Thomas, W.R., Aalberse, R.C., Vervloet, D., Chapman, M.D. 1992. Dust mite allergens and asthma: Report of a second international workshop. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 89:1046-1060.

Platts-Mills, J.A., Custis, N.J., Woodfolk, J.A., Platts-Mills, T.A. 2005. Airborne endotoxin in homes with domestic animals: implications for cat-specific tolerance. *J Allergy Clin Immunol* 116(2): 384-389.

Pullen, W. 2014. Age, office type, job satisfaction and performance. *Work&Place*, September 2014, 9-22.

QEESI-kyselylomake, The Quick Environmental Exposure and Sensitivity Inventory – kyselylomake. <http://familymed.uthscsa.edu/qeesi.pdf> (luettu 21.11.2016).

Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. RakMK D2. Määräykset ja ohjeet 2012. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Ympäristöministeriö, Helsinki 2012.

Reijula, K. & Sundman-Digert, C. 2004. Assessment of indoor air problems at work with a questionnaire. *Occup Environ Med* 61: 33-38.

Rennie, D.C., Lawson, J. A., ym. 2012. Domestic endotoxin exposure and asthma in children: epidemiological studies. *Front. Biosci. (Elite Ed)* 1(4): 56-73.

Reynolds, S.J., Black, D.W., Borin, S.S., Breuer, G., Burmeister, L.F., ym. 2001. Indoor environmental quality in six commercial office buildings in the Midwest United States. *Applied Occupational and Environmental Hygiene*. 16. 1065-1077.

Rullo, V., Rizzo, M., ym. 2002. Daycare centers and schools as sources of exposure to mites, cockroach, and endotoxin in the city of Sao Paulo, Brazil. *J Allergy Clin Immunol* 110(4): 582-588.

Ruohomäki, V., Haapakangas, A., ym. 2013. Tilat työn mukaisiksi: työn analyysi ja koettu sisäympäristö yliopistossa, Sisäilmayhdistys ja Aalto-yliopisto. SIY raportti 31, s. 135-140.

Rylander, R. 2002. Review: Endotoxin in the environment—exposure and effects. *J. Endotoxin Res* 8(4): 241-252.

Salonen, H., Lappalainen, S., Lindroos, O., Harju, R., Reijula, K. 2007. Fungi and bacteria in mould-damaged and non-damaged office environments in a subarctic climate. *Atmospheric Environment* 41: 6797-6807.

Salonen, H. 2009. Indoor air contaminants in office buildings. Väitöskirja. Työterveyslaitoksen julkaisusarja. People and Work Research Reports 87. 157s. Tampereen Yliopistopaino Oy – Juvenes Print. Tampere 2009.

Salonen, H., Lappalainen, S., Riuttala, H., Tossavainen, A., Pasanen, P., Reijula, K. 2009. Man-made vitreous fibers in office buildings in the Helsinki area. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*. 6:624-631

Salonen, H., Lahtinen, M., ym. 2012a. Physical characteristics of the indoor environment that affect health and wellbeing in healthcare facilities: A review. *Intelligent Buildings International* 5(1): 3-25.

Salonen, H., Lahtinen, M., ym. 2012b. Design approaches for promoting beneficial in-door environments in healthcare facilities: A review. *Intell Build Int* 5(1): 26-50.

Salonen, H., Duchaine, C., Letourneau, V., Mazaheri, M., Clifford, S. & Morawska, L. 2013. Endotoxins in indoor air and settled dust in primary schools in a subtropical climate. *Environ Sci Technol* 47(17): 9882-9890.

Seddigh, A., Berntson, E., Bodin Danielson, C. & Westerlund, H. 2014. Concentration requirements modify the effect of office type on indicators of health and performance. *Journal of environmental psychology*, 38, 167-174.

Sessa, R., Schiavoni, G., Santino, I., Altieri, A., Pinelli, S. & Del, P.M. 2002. Microbiological indoor air quality in healthy buildings. *New Microbiol.* 25:51-56.

Silvennoinen, O., Hurme, M. 2003. Uutta sytokiineista. *Duodecim*. 2003;119(8):773-779.

Starck, J., Kalliokoski, P., Kangas, J., Pääkkönen, R., Rantanen, S., Riihimäki, V., Karhula, A.L. 2008. Työhygienia. Toimitus: Karhula AL. Otavan Kirjapaino Oy, Keuruu.

Thatcher, T.L. & Layton, D.W. 1995. Deposition, resuspension and penetration of particles within a residence. *Atmos Environ* 29(13): 1487-1497.

Tranter, D., Wobbema, A., ym. 2009. Indoor allergens in Minnesota schools and child care centers. *J Occup Env Hyg* 6: 582-591.

Tsai, S.M., Yang, C.S., Crandall, M.S. 2001. Measurements of airborne fungal and endotoxin levels in water-damaged buildings. <http://www.prestigeem.com/publications>

Tsai, F.C. & Macher, J.M. 2005. Concentrations of airborne culturable bacteria in 100 large US office buildings from the BASE study. *Indoor Air*. 2005;15 Suppl 9:71-81.

Tuomainen, M., Tuomainen, A., Liesivuori, J. & Pasanen, A.L. 2003. The 3-year follow-up study in a block of flats - experiences in the use of the Finnish indoor climate classification. *Indoor Air* 13(2): 136-147.

Työ ja Terveys Suomessa 2012. 2013. Seurantatietoa työoloista ja työhyvinvoinnista. Helsinki, Työterveyslaitos. Saatavilla: [http://www.ttl.fi/fi/verkkokirjat/tyo\\_ja\\_terveys\\_suomessa/Documents/Tyo\\_ja\\_Terveys\\_2012.pdf](http://www.ttl.fi/fi/verkkokirjat/tyo_ja_terveys_suomessa/Documents/Tyo_ja_Terveys_2012.pdf). (Luettu 30.8.2016)

van der Voordt, T.J.M. 2003. Productivity and employee satisfaction in flexible workplaces. *J Coro Real Est* 6 (2), 133-148.

Worthington, J., Duffy, F., ym. 1998. The architecture of DEGW, Birkhäuser Verlag.

Zuraimi, M.S., Ong, T.C., ym. 2008. Determinants of indoor allergens in tropical child care centers. *Pediatr Allergy Immunol* 19: 746-755.



## LIITTEET

### Liite 1. Monitilatoimistoja käsittelevät tutkimukset

Tekijä, julkaisu- vuosi	Tutkimusaineisto, -asetelma ja -menetelmät	Päätulokset
Brunia, De Been, van der Voordt, 2016	<p>- Kysely-, haastattelu- ja havainnointi-tutkimus, jonka tavoitteena oli tutkia, mitkä tekijät selittävät monitilatoimistoon (shared activity-based workplace) tyytymättömien ja tyytyväisten välisiä eroja. Tutkimuksen kohdejoukkona oli 52 työympäristöä 21 julkisen sektorin organisaatiosta.</p> <p>- Näistä tarkempaan vertailuun valittiin kaksi kohdetta, joissa tilan käyttäjät olivat merkittävästi keskimääräistä tyytyväisempiä työtiloihin ja kaksi kohdetta, joissa käyttäjät olivat merkittävästi tyytymättömmämpiä.</p> <p>Kaikki valitut kohteet (n=930) olivat siirtyneet huonetoimistoista monitilatoimistoon ja olivat osa samaa organisaatiota.</p> <p>- Poikkileikkaustutkimus</p>	<p>Suurimmat erot tyytyväisten ryhmän ja tyytymättömien ryhmän välillä liittyivät sisustussuunnitteluun, tilojen avoimuuden asteeseen, tilajakoon, erilaisten tilojen lukumäärään ja monipuolisuuteen sekä rakennuksen saavutettavuuteen. Työympäristön ominaisuuksien lisäksi työympäristötyytyväisyyteen vaikutti työympäristömuutosprosessin toteutustapa. Tutkijoiden mukaan myös tyytyväisyys ja tyytyväisyys organisaatioon voivat osin selittää havaittuja eroja.</p> <p>Tyytyväisten ryhmän työtiloissa oli monipuolisesti sekä yksityisyyttä ja keskittymistä vaativaa työtä että yhteistyötä tukevia tiloja, avoimet työtilat olivat suhteellisen pieniä, tiloissa oli hyvä akustinen ympäristö, riittävästi sekä akustista että visuaalista yksityisyyttä, lyhyt etäisyys työpisteiden ja neuvottelu- tai vetäytymistilojen välillä, sisustuksessa oli käytetty luonnon materiaaleja, tiloihin tuli runsaasti luonnonvaloa, ICT-järjestelmät olivat toimivia ja tilojen käyttötavoista ja pelisäännöistä oli sovittu yhteisesti. Työympäristömuutoksen prosessia luonnehtivat johdon sitoutuneisuus, selkeä tiedotus tulevasta tilaratkaisusta, keskustelu tilan käyttäjien odotuksista, mahdollisuus osallistua työympäristön suunnitteluun, tuki yhteisten toimintatapojen muodostumiseen sekä nopea reagointi valituksiin ja väärinkäsityksiin.</p>



Bodin Danielsson, Bodin, Wulff & Theorell, 2015	<ul style="list-style-type: none"><li>- Kyselytutkimus (N=5229), jossa vertailtiin työntekijöiden ilmoittamien konfliktien esiintymistä seitsemässä erilaisessa toimistotyyppissä toimistoympäristössä (cell-office, shared room office, small open-plan office, medium open-plan office, large open-plan office, flex-office, combi office).</li><li>- Poikkileikkaustutkimus</li></ul>	Eniten konflikteja raportoitiin monitilatoimistoissa. Miehet raportoivat enemmän konflikteja kuin naiset. Naisten keskuudessa konfliktien määrä erosi toimistotyyppin mukaan, mutta ei miesten keskuudessa. Häiritsevää melua raportoitiin avotiloissa ja monitilatoimistoissa enemmän kuin omissa tai jaetuissa työhuoneissa. Melu häiritsi enemmän naisia kuin miehiä. Häiritsevä melu näytti lisäävän konfliktien riskiä naisilla isoissa avotoimistoissa ja monitilatoimistoissa. Tutkijat korostavat akustisen suunnittelun tärkeyttä sekä työyhteisön sosiaalisten suhteiden toimivuuden merkitystä monitilatoimistoissa.
Appel- Meulenbroek, Kemperman & Hoendervanger, 2015.	<ul style="list-style-type: none"><li>-Kyselytutkimus vuosina 2010-2014 ke- rätällä aineistolla (N=47913), jossa ver- tailtiin länsi-eurooppalaisissa organisaatioissa työskentelevien toimistotyöntekijöiden tyytyväisyy- ttä työympäristöön perinteisissä toimis- toissa ja monitilatoimistoissa (activity based office)</li><li>- Poikkileikkaustutkimus</li></ul>	Perinteisissä toimistoissa käyttäjät oli- vat tyytyväisempiä yksityisyyteen, säi- lytystiloihin ja työpisteen kalusteisiin. Monitilatoimistossa käyttäjät olivat tyy- tyväisempiä sisäilmastoon, siisteyteen, sisustukseen sekä tarjolla oleviin tiloihin ja palveluihin. Tieto- ja viestintätekno- logian osalta tyytyväisyydessä ei ollut ero- ja. Toimitilaratkaisuissa on tutkijoiden mukaan runsaasti kehittämismahdolli- suuksia työntekijöiden tyytyväisyyden lii- säämiseksi.
Seddigh, Berntson, Bodin Danielson and Westerlund, 2014	<ul style="list-style-type: none"><li>- Kyselytutkimus viidessä hallinnollis- ta työtä tekevässä organisaatiossa (n=1445), jossa tutkittiin työhön liitty- vän keskittymistarpeen ja kuuden erilaisen toimistoympäristön yhteyt- tä koettuihin häiriöihin, kognitiiviseen stressiin, uupumukseen, kyynistymi- seen, suorituskykyyn ja yleiseen tervey- teen (cell-office, shared room office, small open-plan office, medium open-plan office, large open- plan office, flex-office).</li><li>- Poikkileikkaustutkimus</li></ul>	Huonetoimistot olivat yhteydessä vä- häisempiin häiriöihin ja vähäisempää kognitiiviseen stressiin ja monitilatoi- mistot (flex offices) vähäisempiin häi- riöihin verrattuna avotoimistoihin. Ne työntekijät, joiden työn keskittymisvaa- timukset olivat suuret, raportoivat häi- riöitä kaikissa muissa toimistotyypeissä paitsi huonetoimistoissa ja myös kog- niitivista stressiä kaikissa muissa toimis- totyypeissä paitsi huonetoimistoissa ja monitilatoimistoissa (flex office). Tutkijat suosittelevat huonetoimistoja keskitty- mistä vaativaan työhön.





De Been & Beijer,  
2014

Kyselytutkimus (N=11 799), jossa  
tutkittiin toimistotyyppin (individual  
room, shared room office,  
combi office, flex-office) yhteyttä työ-  
ympäristötyytyväisyyteen ja  
työn tuottavuuteen.  
  
-Poikkileikkaustutkimus

Keskittymismahdollisuuksiin, yksityisyy-  
teen ja siihen, miten hyvin tilat tukevat  
koettua tuottavuutta oltiin tyytyväisem-  
piä omissa tai jaetuissa työhuoneis-  
sa kuin monitilatoimistoissa (combi of-  
fice, flex-office). Sisäilmastoon oltiin  
tyytyväisempiä omissa tai jaetuissa työ-  
huoneissa kuin sellaisessa monitilatoi-  
mistossa, jossa henkilöstö työskente-  
lee vaihtuvissa työpisteissä (flex office).  
Yleisten oletusten vastaisesti, monitila-  
toimiston vaihtuvissa työpisteissä työskente-  
ly (flex office) ei lisännyt henkilös-  
tön tyytyväisyyttä kommunikaatioon ja  
sosiaaliseen vuorovaikutukseen. Kom-  
munikaatioon oltiin tyytyväisimpiä sel-  
laisissa monitilatoimistossa, jossa henki-  
löstöllä on oma nimetty työpiste (combi  
office). Tutkijat arvioivat, että omis-  
sa työpisteissä työskenneltäessä yhteis-  
työkumppanien läheisyys ja näkyvyys  
voivat edistää kommunikaatiota ja yh-  
teistyötä. Tutkijat muistuttavat, että mo-  
nitilatoimistojen suunnittelussa pitää  
huomioida tietotyön yksityisyyden ja  
keskittymisen tarpeet.

Pullen 2014

Kyselytutkimus 28:ssa organisaatiossa,  
joissa tutkittiin eri-ikäisten (N=12 574;  
johto, hallinto- ja tutkimushenkilöstö  
sekä tukitehtävissä työskentelevät) ko-  
kemuksia huonetoimistosta ja monitila-  
toimistossa (flex office) työskentelystä.  
  
- Poikkileikkaustutkimus

- Nuorin ikäryhmä (alle 31 vuotta) ar-  
vioi monitilakonseptia myönteisemmin  
kuin huonetoimistoa. Sitä vastoin van-  
hemmat työntekijät, jotka työskentelivät  
moinitilatoimistossa, olivat tyytymättö-  
mämpää työympäristöönsä kuin samaan  
ikäryhmään kuuluvat huonetoimistos-  
sa työskentelevät. Vastaajat kaikissa ikä-  
ryhmissä olivat tyytymättömämpiä yk-  
sityisyyteen monitilatoimistossa kuin  
huonetoimistossa. Nuorinta ikäryhmää  
lukuun ottamatta samoin oli laita kes-  
kittymismahdollisuuksien, varastotilo-  
jen, mobiiliteknologian ja akustiikan  
suhteen.



Parking, Austin,  
Pider, Baguley,  
Allenby 2011

- Kysely- ja haastattelututkimus, jossa verrattiin akateemista työtä tekevän yliopistohenkilöstön työympäristötyytyväisyyttä kahdessa erilaisessa tilaratkaisussa

- Toisessa (A) työpisteet sijaitsivat avoimessa tilassa minkä lisäksi tarjolla oli tukitiloja hiljaiseen työskentelyyn sekä ryhmätyöhön. Toisessa (B) ratkaisussa henkilöstöllä oli omat työhuoneet, joiden lisäksi tarjolla oli yhteistä tilaa kohtaamisille ja yhteistyölle.

A poikkileikkaustutkimus (n=32) , B pitkittäistutkimus (n=27)

Tilaratkaisu A ei tukenut keskittymistä vaativaa ja luovaa työtä. Erityisesti kritisoitiin yksityisyyden puutetta ja äänimäistä ympäristöä. Vetäytymistiloja oli hankala käyttää ja niiden käyttöaste oli pieni. ICT ei tukenut monipaikkaista työtä riittävästi. Työtiloissa B henkilöstö oli tyytyväinen työympäristöön. Tilat tukivat keskittymistä vaativaa työtä ja yksityisyyttä mutta myös yhteistyötä. Tutkijat korostavat tilan käyttäjien työn vaatimusten ymmärtämisen tärkeyttä tilasuunnittelussa sekä muutosjohtamisen merkitystä hyvän lopputuloksen saavuttamisessa.

Bosch-Sijtsema,  
Ruohomäki ja  
Vartiainen, 2010

-Tapaustutkimuksessa (N=219) vertailtiin monipaikkaista ja liikkuvaa tietotyötä tekevien asiantuntijoiden kokemuksia vaihtuvissa ja nimetyissä työpisteissä työskentelystä ja työtehokkuudesta.

- Kysely-, haastattelu- ja havainnointitutkimus toteutettiin mobiiliin työskentelyyn siirtymisen jälkeen.

- Poikkileikkaustutkimus.

Kansainvälisen teknologiayrityksen asiantuntijat olivat tyytyväisiä monitilatoimistoon ja hyödynsivät monipuolisesti eri työpisteitä, kokoustiloja, tiimialueita, kohtaamispaikkoja ja puhelinkoppeja. Parhaina puolina pidettiin organisaation yhteenkuuluvuutta, avoimuutta ja vapaamuotoisia kohtaamisia. Kokoustilat arvioitiin tietotyön tuottavuuden kannalta tärkeimmiksi. Ne henkilöt, joilla oli nimetyt työpisteet arvioivat työtehokkuutensa tilastollisesti merkitsevästi paremmaksi kuin ne, jotka työskentelivät vaihtuvissa työpisteissä. Vaihtuvissa työpisteissä työskentelevillä työn sujuvuutta häaitsivat vaikeudet löytää sopivaa vapaata tilaa ja oikeita henkilöitä sekä tietoteknisten työvälineiden kuljettaminen. Keskittymistä vaativien yksilötehtävien hoitamista häaitsivat keskeytykset. Hajautuneen tiimin identiteetin ylläpitäminen oli haastavaa.



McElroy &  
Morrow 2010

Kyselytutkimus työympäristömuutok-  
sen vaikutuksista hyvinvointiin rahoit-  
usalan organisaatiossa, jossa  
osa henkilöstöstä (n=127) muutti avo-  
toimistosta uuteen monitilaympäris-  
töön. Vanhoihin tiloihin jäänyt henki-  
löstö (n=144) toimi verokkiryhmänä.

- Poikkileikkaustutkimus

Tutkimuksen mukaan monitilatoimis-  
toon muuttaneet kokivat, että heillä oli  
riittämättömästi työ- ja varastotilaa sekä  
kokivat tiloissa myös enemmän häiriöte-  
kijöitä kuin alkuperäisiin työtiloihin jää-  
neet työntekijät. Vastaajan ikä moderoi  
vaikutuksia monitilatoimistossa. Eri ikä-  
luokista alle 30 vuotiaat raportoivat häi-  
riötekijöitä vähiten. Monitilatoimistossa  
työskentelevät arvioivat toisaalta orga-  
nisaatiokulttuuria myönteisemmin kuin  
vanhoihin tiloihin jääneet työntekijät.  
Tutkijat toteavat tuloksen vahvistavan  
käsitystä, jonka mukaan työympäristö-  
muutoksella voidaan tukea organisaat-  
tiokulttuurin muutosta.

Bodin Danielsson  
& Bodin  
2008 ja 2009

Kyselytutkimus (N=491), jossa verrat-  
tiin 26:ssa erilaisia aloja edustavissa  
yrityksissä työskentelevien kokemuk-  
sia työympäristöstä sekä koettua ter-  
veyttä ja työtyytyväisyyttä seitsemäs-  
sä erityyppisessä toimistoympäristössä  
(cell-office, shared room office, small  
open-plan office,  
medium open-plan office, large open-  
plan office, flex-office,  
combi office).

- Poikkileikkaustutkimus

Tutkimustulosten mukaan melu ja akus-  
tisen yksityisyyden puute olivat yleisim-  
piä haittatekijöitä toimistoympäristös-  
sä. Yksilötyöhuoneissa työskentelevien  
jälkeen toiseksi tyytyväisimpiä fyysi-  
seen työympäristöönsä olivat monitila-  
ratkaisua noudattelevassa toimistossa  
(flex-office) työskentelevät. Tyytymättö-  
mimpiä olivat keskisuurissa tai suurissa  
avotilatoimistoissa työskentelevät. Ter-  
veydentila ja työtyytyväisyys koettiin sa-  
moin parhaimmaksi yksilötyöhuoneissa  
ja monitilatoimistoissa työskentelevi-  
en keskuudessa, kun ikä, sukupuoli, am-  
mattiasema ja toimiala oli vakioitu.

Meijer, Frings-  
Dresen & Sluiter,  
2009

Pitkittäistutkimus aluehallinnon organisaatiossa (n=138) innovatiivisen toimiston (open-plan, flexible workplaces, paperless office-concept) vaikutuksista terveyteen ja tuottavuuteen. Tilamuu-  
toksen ohella toteutettiin työtapojen  
muutos pyrkimällä paperittomaan toimistoon ja ns. puhtaan pöydän käytännön, jossa työntekijöillä ei ole nimettyä työpistettä.

-Kyselytutkimus alkutilanteessa ennen innovatiivisen toimiston käyttöönottoa sekä 6 kk ja 15 kk käyttöönoton jälkeen.

Kuuden kuukauden seurannassa ei havaittu muita eroja tutkituissa tekijöissä lähtötilanteeseen verrattuna kuin itse arvioitun tehdyn työmäärän väheneminen. Itsearvioitu työn tuottavuus parani taas 6 ja 15 kuukauden seurantojen välillä. Lähtötilanteeseen verrattuna siinä ei kuitenkaan ollut havaittavissa muutosta. Pitkäaikaisseurannassa havaittiin tilastollisesti merkitsevä myönteinen muutos koetussa yleisessä terveydentilassa ja yläraajaoireiden prevalenssissa. Tutkijat arvioivat, että tulos saattoi johtua uuden työympäristön paremmasta ergonomiasta ja muutosprosessin aikana annetusta ergonomiakoulutuksesta.

Van der Voordt,  
2003

Kyselytutkimus julkishallinnon ja rahoitusalan organisaatioissa monitilatoimistoon (flexible activity based workplace) siirtymisen vaikutuksista itse arvioituun tuottavuuteen.

- Pitkittäistutkimus

Julkishallinnon organisaation tilamuu-  
toksessa, jossa henkilöstö siirtyi huoneitoimistoista monitilatoimistoon, tilan käyttäjät raportoivat seurantatutkimuksessa vuorovaikutuksen parantuneen ja tilojen yleisilmeeseen oltiin tyytyväisiä. Sen sijaan tiloissa oli vaikeaa tehdä keskittymistä vaativaa työtä. Verrattuna lähtötilanteessa tehtyyn kyselytutkimukseen itsearvioitu tuottavuus heikkeni. Lisäksi niiden osuus, jotka kokivat tilojen edistävän tuottavuutta väheni lähtötilanteen 60 %:sta seurantatutkimuksen 28 %:iin. Sen sijaan toisessa rahoitusalan organisaatiota koskevassa tutkimuksessa, jossa tilamuutos tapahtui avotoimistosta monitilaympäristöön, kokemus siitä, että tilat edistivät tuottavuutta nousi 14 %:sta seurantatutkimuksen 51 %:iin.



Bjerrum & Bodker,  
2003

Yhdeksään tapaustutkimukseen perustuva analyysi tilaratkaisun (flexible office) vaikutuksista yhteiseen oppimiseen ja yhteistyöhön.

- Tutkimusmenetelminä havainnointi, haastattelu, videointi, työskentelytapojen rekisteröinti ja työpajat.

- Osa tietotyötä tekevissä organisaatioissa toteutetuista tapaustutkimuksista oli pitkäaikais- osa poikkileikkaustutkimuksia.

Tapaustutkimukset osoittivat tutkijoiden mukaan, että toimistot, joiden tavoitteena oli edistää oppimista ja vuorovaikutusta saattavat itse asiassa haitata sitä. Haittaaviksi tekijöiksi mainittiin mm. toimistojen anonyymi estetiikka, organisaation ja tilan käyttäjien identiteetin näkymättömyys tilassa (esim. puhtaan pöydän käytäntö), toimistoetiketti, joka rajoittaa vuorovaikutusta, työn vaatimusten ja henkilökohtaisten tarpeiden huomiotta jättäminen, mobiilitekniikan puute ja puutteellinen tilojen suunnitteluprosessin ja toteutuksen hallinta.

Työterveyslaitoksen ja Helsingin yliopiston yhteistyössä tehdyssä tutkimushankkeessa (2014-2016) tutkittiin monitilaratkaisujen vaikutusta sisäilmastoon ja arvioitiin toteutettuja monitilaratkaisuja käytävyyden, työn sisällön sekä terveyden ja hyvinvoinnin näkökulmista. Hankkeessa testattiin myös uusia hyvinvoinnin ja työympäristön arviointimenetelmiä. Monitilatoimistoratkaisuilla tavoiteltiin kustannussäästöjä, tilojen muuntojoustavuutta ja viihtyisyyttä sekä yhteisöllisyyttä, yhteistyötä eri yksiköiden ja yksilöiden välillä. Monitilatoimistoon siirtymisen koettiin parantaneen yhteisöllisyyttä ja vuorovaikutusta sekä lisänneen viihtyisyyttä ja tilatehokkuutta. Työrauhan arvioitiin heikentyneen. Toteutetut tilaratkaisut tukivat parhaiten hallinto-, asiantuntija- ja asiakaspalvelutyötä. Monitilatoimistoissa sisäilmasto oli pääosin hyvällä laatutasolla. Tiloissa, joissa oli tekstiilimatto ja useampia työpisteitä, mitatut sisäympäristön epäpuhtaustasot olivat pääsääntöisesti vähän korkeampia verrattuna perinteisiin huonetoimistoihin ja tiloihin, joissa oli linoleum-matto.



Työsuojelurahasto

Arbetarskyddsfonden  
The Finnish Work Environment Fund

Työterveyslaitos  
Arbetshälsoinstitutet  
Finnish Institute of Occupational Health

PL 40, 00251 Helsinki

[www.ttl.fi](http://www.ttl.fi)

ISBN 978-952-261-597-8 (nid.)  
ISBN 978-952-261-598-5 (PDF)

